

## 21. VEGETACIÓ SUBMARINA DE LES ILLES MEDES. II. ESPERMATÒFITS: *Posidonia oceanica*

Javier Romero Martinengo\*

### Resum

En aquest treball hom comenta algunes característiques generals de les praderies de fanerògames marines i, més concretament, dels herbeis (anomenats "alguers" per la gent de la mar) de *Posidonia oceanica*. Algunes dades preliminars sobre l'herbei de les illes Medes així com comentaris generals sobre aquest completen aquest capítol.

### Summary

**Underwater vegetation of Medes Islands. II. Spermatophyta: *Posidonia oceanica***

Some considerations about ecology of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (Linné) Delile are made. Some dynamic aspects of the *Posidonia* beds in the Medes Islands are discussed.

### Generalitats

Encara que la major part de la vegetació marina és composta per algues, algunes plantes superiors, després d'evolucionar en terra ferma s'han adaptat secundàriament a viure en la mar. Es tracta de les anomenades fanerògames marines, que en general colonitzen hàbitats on les algues no poden prosperar (fons de sediment, principalment). Hi ha al món uns dotze gèneres (PETTITT *et al.*, 1981), tres dels quals, *Zostera*, *Cymodocea* i *Posidonia* estan representats en la Mediterrània occidental. *Posidonia oceanica* n'és l'espècie de major importància quantitativa, i és l'única que es troba a

\* Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

les illes Medes.<sup>1</sup> Aquestes fanerògames monocotiledònies havien estat incloses anteriorment en la família de les Potamogetonàcies (COSTE, 1901), però més recentment hom tendeix a separar en nombroses petites famílies les Hidròbies, entre les quals figuren les Posidoniàcies, a la qual pertany l'endemisme mediterrani *Posidonia oceanica* (Linné) Delile, que forma importants praderies ("alguers").

## Morfologia

La planta consta d'una part enterrada (part hipogea o subterrània) i d'una altra part situada per damunt del sediment (epigea; part aèria sembla una denominació poc adient en aquest cas). La part subterrània és constituïda pels rizomes, tiges llenyoses d'un cert gruix, i per les arrels, molt menys voluminoses que aquests. La part superior dels rizomes, de creixement vertical i amb fulles en el seu extrem, pot trobar-se desenterrada, bé que la part més visible de la planta són les fulles, cintes verdes de 0,9-1,3 cm d'amplada i de 15 a 90 cm de llargada (en els exemplars de les illes Medes). La fulla adulta porta, a la base, una porció incolora denominada per alguns autors pecíol o base (GIRAUD, 1977 a) i per altres beina (VAN DER BEN, 1969; TOMLINSON, 1980), separada de la resta de la fulla per una lígula en forma de mitja lluna (lúnula). Les fulles es presenten reunides en feixos de 4-7 fulles cadascun.

Les flors, hermafrodites, no han estat mai observades a les illes Medes,<sup>2</sup> i només hi ha dues citacions de floració de la planta en la Mediterrània espanyola (DEN HARTOG, 1970). Encara que la reproducció sigui principalment vegetativa, les inflorescències, que solen aparèixer entre octubre i desembre, i la fructificació posterior són més freqüents que hom no creia (GIRAUD, 1976).

## Aspectes ecològics

### 1) *Cicle anual*

En la part visible, la praderia segueix un ritme de creixement ben marcat, descrit per nombrosos autors (MOLINIER i PICARD, 1952; MOLINIER i ZEVACO, 1962, etc.). En el centre de cada feix van apareixent fulles al llarg de l'any, que són desplaçades cap a la part externa a mesura

<sup>1</sup> D'ençà que s'escribí aquest article, hom ha trobat l'espècie *Cymodocea nodosa* al freu que separa la Meda Gran de terra, cap a uns 15 m de fondària, fet bastant sorprenent.

<sup>2</sup> D'altra banda, el setembre de 1983, hom trobà l'alguer en flor, des de 2-3 m fins al seu límit inferior. A poca fondària, les flors assolien densitats considerables.

que altres de noves emergeixen. El creixement foliar té lloc a la base, mentre que a l'àpex va perdent-se fulla (i clorofil·la), tot augmentant-hi el recorbriment per epífits. Aquestes parts distals són erosionades per l'hidrodinamisme o bé per l'acció de depredadors (garotes, peixos), de manera que s'estableix un cert equilibri creixement-erosió; equilibri que es decanta cap a aquesta darrera en l'última fase de la vida de la fulla, i acaba amb l'abscisió per ruptura a nivell de la lúnula. La beina sol quedar fixada al feix, donant-li un aspecte característic. OTT (1980) assenjala que apareixen deu fulles al llarg de l'any (altres autors ho estimen en 7-8 fulles anuals: WITTMANN, MAZZELLA i FRESI, 1980); la freqüència màxima d'aparició de noves fulles és entre agost i octubre, i es produeix el maig-juny una mena de pausa. L'aspecte de cada fulla és característic de la seva data d'aparició; així, i sempre segons OTT (1980), d'agost a maig, la freqüència d'aparició de fulles noves seria decreixent, mentre que la taxa màxima de creixement seria la de les fulles aparegudes el febrer-març, que arribarien a una longitud màxima.

Les tempestes de la tardor suposen la caiguda més o menys massiva de les fulles antigues, que presenten clars símptomes de senescència i estan completament recobertes d'epífits.

Els feixos es renoven més lentament, poden produir una gran nombre de fulles i viure molts anys. L'aparició de nous feixos té lloc per duplicació del meristema terminal d'alguns dels rizomes de creixement vertical, i és acompanyada normalment del desenvolupament d'una bràctea (GIRAUD, 1977 a). Aquesta duplicació no sembla que tingui un caràcter estacional i la densitat dels feixos és relativament constant (si hi exceptuem causes externes) al llarg de l'any. El creixement dels rizomes és molt més lent; probablement hi ha translocació del material produït a les fulles cap als rizomes entre desembre i juny, mentre que es produeix el fenomen invers entre agost i octubre (OTT, 1980).

## 2) Aspectes tròfics

Les praderies de *Posidonia* són sistemes altament productius ( $0,5-4\text{g C m}^{-2}\text{ dia}^{-1}$ ; BAY, 1978; OTT, 1980; WITTMANN *et al.*, 1980), i la quantitat total de matèria orgànica produïda al llarg de l'any és considerable. Només una reduïda proporció d'aquesta matèria orgànica és consumida per animals fitòfags, i aquests presenten, a més, una baixa eficiència d'assimilació (OGDEN, 1980). L'evolució terrestre d'aquesta planta ha determinat que posseeixi un cert contingut de matèries "difícils" (ceres, polisacàrids estructurals, àcid tànnic, etc.) per a animals marins en els quals l'equip enzimàtic necessari per a la digestió no ha pogut evolucionar paral·lelament. Els consumidors de *Posidonia* són relativament escassos (equinoderms:

*Paracentrotus lividus*; mol·luscs: diferents espècies de la família dels Rissoïds; peixos: *Boops salpa*, etc.), i la presència constant entre les restes fecals d'aquests animals de fragments de la planta sense digerir, així com llur marcada preferència per les parts més velles de les fulles (OTT i MAURER, 1977), fan pensar que, potser, l'alimentació està basada sobretot en els epífits (VERLAQUE, 1980), de manera que la seva acció és d'una part depredadora, i d'altra banda contribueix també a l'entrada de material de *Posidonia* en la cadena dels detritívors.

En certes condicions, alguns fitòfags particularment actius (*Paracentrotus*) poden exercir un control directe sobre el desenvolupament de la planta (NEDELEC *et al.*, 1980). Anecdòticament cal citar que existeixen animals herbívors l'evolució dels quals s'ha produït a terra i només secundàriament s'han adaptat a la vida marina; i sembla que per aquesta raó són capaços d'assimilar aquests vegetals; és el cas d'algunes tortugues, manatís (ÖGDEN, 1980) i ocells (NIENHUIS i VAN IERLAND, 1978). No hi ha, per descomptat, tortugues ni sirènids als nostres mars, ni ocells que consumeixin *Posidonia* a les illes Medes. En algunes espècies de crustacis sembla que hi ha cel·lulases (FOULDS i MANN, 1978); potser es tracta de les de microorganismes simbiotes; llur importància quantitativa en la transferència d'energia fixada per *Posidonia* cap a d'altres nivells tròfics és només relativa.

La cadena dels detritívors pot esquematitzar-se en dos processos fonamentals: en primer lloc, una caiguda i fragmentació de la fulla, en què intervenen principalment factors hidrodinàmics, per bé que també sigui important l'acció de diversos animals, com el *Paracentrotus* (ja esmentat) o, en estadis més avançats, amfípodes i isòpodes (ROBERTSON i MANN, 1980, WITTMANN, SCIPIONE i FRESI, 1980). La progressiva disminució de la grandària dels fragments portaria al segon tipus de processos, bàsicament un atac bacterià (potser també fúngic: KLUG, 1980) afavorit per l'increment de la relació superfície/volum. Les partícules riques en carbohidrats i pobres en nitrogen (d'escàs valor alimentari) serien recobertes per bacteris, que poden incorporar-hi nitrogen d'altres fonts i constituir així un material adequat per a l'aliment de diferents animals (NEWELL, 1964). El material fecal pot repetir el cicle diverses vegades, disminuint progressivament la mida de les partícules i enriquint-se amb diferents substàncies de tipus "húmic" (per exemple, àcids polifenòlics). En aquest segon tipus de processos cal assenyalar la possible importància de fenòmens d'autòlisi, que també resulten d'una disminució (abiòtica) de la mida de les partícules i de la progressiva degradació dels materials corresponents i llur ingrés en la fracció considerada com a "matèria orgànica dissolta".

La planta viva constitueix una altra font de matèria orgànica dissolta,

matèria que és excretada tant per les fulles com pels rizomes. La importància quantitativa d'aquesta excreció és difícil d'avaluar, i cal situar-la entre un 1 i un 10 %, rarament més (KLUG, 1980); hi ha, però, una marcada dependència de diferents factors: la flora microbiana associada, l'estat metabòlic, etc. La pèrdua de matèria orgànica en forma dissolta sembla particularment important en les fulles senescents, potser degut a l'autòlisi de les cèl·lules. És probable que aquest material sigui assimilat per microorganismes de manera molt ràpida, car hom ha comprovat l'existència d'un gradient (positiu) en el nombre de bacteris aerobis, en el sentit aigües lliures-aigües sobre la praderia-aigua propera a les fulles-aigua procedent del rentat de les fulles en dues espècies de fanerògames marines: *Thalassia* (tropical) i *Zostera* (atlàntica) (BURKHOLDER i DOHENY, 1968; BURKHOLDER *et al.*, 1959).

Així doncs, els productes de *Posidonia* no són consumits *in situ* sinó que, almenys en part, són exportats i, mitjançant la cadena dels detritívors, poden servir de suport a cadenes tròfiques tant pelàgiques com bentòniques (animals filtradors o suspensívors). Aquestes exportacions no es limiten al sistema litoral, atès que s'han trobat detritus procedents de fanerògames dels gèneres *Syringodium* i *Thalassia* fins a 5000 metres de profunditat (WOLFF, 1980). En la Mediterrània també s'han trobat aquests tipus de restes, corresponents als nervis de les fulles de *P. oceanica* en la plataforma continental (PÉRÈS, 1953) i en fons de *maërl* (HUVÉ, 1954).

La praderia de *Posidonia* és doncs un sistema obert amb pèrdua constant de material, que es tradueix també en pèrdua de nutrients, per tal com no s'hi produeix la remineralització *in situ* de la matèria orgànica (OTT i MAURER, 1977); per al creixement necessita, doncs, una aportació externa d'aquests nodriments, tant per mitjà de l'aigua com del sediment, i amb aquesta darrera aportació relacionada amb processos bacterians anaeròbics. La *Posidonia* pot absorbir nodriments tant per mitjà de les fulles com de les arrels (FRESI i SAGGIOMO, 1980). Influeix també sobre ambdós processos l'energia mecànica en forma d'onades o corrents, que hom pot considerar com energia "externa o auxiliar" (MARGALEF i ESTRADA, 1981).

### 3) *Altres aspectes*

A més de ser un lloc d'elevada producció de matèria orgànica, la praderia de *Posidonia oceanica* té una notable influència sobre el seu entorn per altres raons.

En primer lloc, desenvolupa un important paper estructural, ja que proporciona un substrat o refugi a un gran nombre d'espècies.<sup>1</sup> L'augment

<sup>1</sup> Vegeu *L'alguer de Posidonia oceanica* en aquest mateix volum (N. del S. de R.).

d'estabilitat enfront d'uns fons de sediment sense cobertura, així com la proliferació de microhàbitats deguts a la compartimentació de l'ambient per les fulles i els rizomes comporten una major utilització, i alhora un retard, del flux energètic, un considerable augment de la diversitat i, en definitiva, la creació d'un sistema més "madur".

La influència de l'herbei sobre el sediment és també notable; el potencial redox del sediment disminueix, i la zona reductora s'apropa a la superfície, la qual cosa pot afectar també la resolubilització dels nodriments, fòsfats en particular. La granulometria es veu també modificada, en actuar les fulles com a trampes de sediment, absorbint part de l'energia cinètica de les partícules en suspensió, que es dipositen més fàcilment. En badies tancades pot donar-se una distribució granulomètrica característica (DEGUEN i MOLINIER, 1961). També es combinen els efectes de la sedimentació al llarg d'un gradient hidrodinàmic provocat en part per la mateixa praderia, amb la capacitat de creixement vertical dels rizomes per a originar el que els autors francesos anomenen escull-barrera, per analogia amb la formació coral·lina del mateix nom (PÉRÈS i PICARD, 1964; AUGIER i BOUDOURESQUE, 1970 a). Les condicions en què viu la praderia de les illes Medes no permeten l'existència d'aquesta formació, per tal com l'herbei de la zona es troba afrontat al mar obert i exposat als vents de component sud.

També és possible que la flora i la fauna epífites (coral·linàcies, diversos briozous, foraminífers, etc.) contribueixin d'una manera notable a l'aportació d'elements carbonatats al sediment. En les *Thalassia* hom ha estimat una producció de carbonats de 600-1500 g m<sup>-2</sup> any<sup>-1</sup> (PATRIQUIN, 1972); no coneixem dades al respecte per a la Mediterrània.

### La praderia de les illes Medes

En la cara sud de les illes, des d'abans de l'Embarcador fins a les Ferranelles, s'estén a les illes Medes una població de *Posidonia oceanica*, que apareix cap als 2-3 m de profunditat i el límit exterior de la qual segueix més o menys la isòbata dels 15 m (vegeu el mapa bionòmic); algunes mates disperses es troben en altres punts. L'herbei no arriba a un recobriment del 100 % del substrat, hi ha bastants clarianes. Això pot ésser degut en part al fet que aquest no en sigui l'ambient òptim, però també a l'acció humana, en especial la de les nombroses embarcacions que fondegen en aquells indrets i n'arrenquen amb les àncores mates senceres (AUGIER i BOUDOURESQUE, 1970 b), o bé a la regressió generalitzada que, segons sembla, estan experimentant aquestes comunitats d'"alguers" a la Mediterrània occidental. Hi ha en curs diferents treballs i investiga-

cions sobre la dinàmica d'aquesta praderia que poden ajudar a comprendre alguns d'aquests punts. Hom resumeix a continuació algunes de les dades obtingudes en aquestes primeres recerques sobre l'herbei de *Posidonia* de les illes Medes. Es tracta de mitjanes, i cal recordar que trobem variacions fortes segons la fondària.

La densitat dels feixos oscil·la entre 200-250 en les taques més espesses i 100 o menys en les més esclarissades. L'índex foliar oscil·la entre 2 i 8 al llarg de l'any (una sola cara), i la biomassa entre 60 i 300 g m<sup>-2</sup> (pes sec). La producció pot ésser estimada en 350 g C m<sup>-2</sup> any<sup>-1</sup>.

Aquestes xifres, provisionals i pendents de confirmació a l'aguait dels resultats dels esmentats estudis, són molt discretes si són comparades amb altres sistemes similars, però si hom considera que la praderia té una superfície d'uns 200.000 metres quadrats, pot fer-se una idea aproximada de la importància quantitativa de la seva aportació i del que suposa com a entrada d'energia als sistemes marins de les illes.

## BIBLIOGRAFIA

- AUGIER, H. i BOUDOURESQUE, C.F. 1970a. Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc National). VI. Le récif-barrière de Posidonies. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, **30**: 221-228.
- AUGIER, H. i BOUDOURESQUE, C.F. 1970b. Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc National). La baie de Port-Man et le problème de la régression de l'herbier de Posidonies. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, **30**: 146-165.
- BAY, D. 1978. Étude "in situ" de la production primaire d'un herbier de Posidonies (*Posidonia oceanica* (L.) Delile) de la baie de Calvi (Corse). *Progress. Rapport 16*. Université de Liège.
- BEN, D. VANDER. 1971. Les épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* Delile sur les côtes françaises de la Méditerranée. *Mem. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique*, **168**: 1-101.
- BURKHOLDER, P.R. BURKHOLDER, L.M. i RIVERO, J.A. 1959. Some chemical constituents of turtle grass *Thalassia testudinum*. *Bull. Torrey Bot. Club*, **86**: 88-93.
- BURKHOLDER, P.R. i DOHENY, T.E. 1968. *The biology of seagrass*. Contribution n° 3. Department of Conservation and Waterways. Town of Hempstead. Nova York.
- COSTE, H. 1901. *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes*. Albert Blanchard. Paris.
- DEGUEN, F. i MOLINIER, R. 1961. Études écologiques et biocénétiques dans la baie du Brusç (Var). I. Les sols phanérogamiques de la formation lagunarie du Brusç. *Bull. Inst. Océan.*, **1197**: 1-49.
- FRESI, E. i SAGGIOMO, V. 1980. Phosphorus uptake and transfer in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *XXVII Cong. Ass. plénière CIESM*. Cagliari.
- FÓULDS, J.B. i MANN, K.H. 1978. Cellulose digestion in *Mysis stenolepis* and its ecological implication. *Limnol. Ocean.*, **23**(4): 760-766.
- GIRAUD, G. 1976. Recensement des floraisons de *Posidonia oceanica* (L.) Delile en Méditerranée. *XXV Cong. Ass. plénière CIESM*.
- GIRAUD, G. 1977a. *Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers de Posidonia oceanica* (L.) Del. Tesi. Universitat d'Aix-Marseille.
- GIRAUD, G. 1977b. Essai de classement des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Bot. Mar.*, **20**(8): 487-491.
- HARTOG, C. Den. 1970. *The seagrasses of the world*. North Holland. Amsterdam-Londres.



- HUVÉ, H. 1954. Contribution à l'étude des fonds à *Peyssonnelia polymorpha* de la région de Marseille. *Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume*, **12(7)**.
- KLUG, M.J. 1980. Detritus-decomposition relationships. In: Phillips & Mc Roy (Eds.): *Handbook of Seagrass biology*.
- MARGALEF, R. i ESTRADA, M. 1981. Las áreas oceánicas productivas. *Inv. y Ciencia*, **49**: 8-20.
- MOLINIER, R. i PICARD, J. 1952. Études biologiques sur les herbiers de phanérogames à l'Ouest d'Alger. *Bull. Sta. Cent. Aqu. Pêche Castiglione*, NS 4.
- MOLINIER, R. i ZEVACO, C. 1962. Études écologiques et biocénotiques dans la baie du Brusco (Var), Fasc. 3: étude statistique et physiologie de la croissance de feuilles de Posidonies (*Posidonia oceanica* (L.) Delile). *Bull. Inst. Océan.*, **1234**: 1-46.
- NEDELEC, H., VERLAQUE, M. i DIAPOULIS, A. 1980. Preliminary data on *Posidonia* consumption by *Paracentrotus lividus* in Corsica (France). *XXVII Con. Ass. Plénière CIESM*. Cagliari.
- NEWELL, R.C. 1964. The role of detritus in nutrition of *Hydrobia ulvae* and other deposit-feeders. *Symp. of living Molluscs*. Zoological Society of London.
- NIENHUIS, P.H. i VAN IERLAND, E.T. 1978. Consumption of eelgrass, *Zostera marina*, by birds and invertebrates during the growing season in lake Grevelingen (SW Netherlands). *Nether. Journ. of Sea Res.*, **12(2)**: 180-194.
- OGDEN, J.C. 1980. Faunal relationships in Caribbean Seagrass beds. In: Phillips & Mc Roy (Eds.): *Handbook of seagrass biology*.
- OTT, J. i MAURER, L. 1977. Strategies of energy transfer from marine macrophytes to consumer levels: the *Posidonia oceanica* example. In: B. Keegan, P. O'Ceidigh i P. Boaden, eds: *Biology of Benthic organisms*, Pergamon press. Oxford.: 493-502.
- OTT, J.A. 1980. Growth and production in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Marine Ecology*, **1**: 47-64.
- PATRIQUIN, D.G. 1972. Carbonate mud production by epibionts on *Thalassia*: an estimate based on leaf growth rate data. *J. Sed. Petrol.*, **42(3)**: 687-689.
- PÉRÈS, J.M. 1953. Les formations détritiques infralittorales issues des herbiers de Posidonies. *Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume*, **9(4)**.
- PÉRÈS, J.M. i PICARD, J. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume*, **31(47)**: 5-137.
- PETTITT, J., DUCKER, S. i KNOX, B. 1981. Polinización submarina. *Inv. y Ciencia*, **56**: 75-85.
- PHILLIPS, R.C. i MC ROY, C.P. 1980. *Handbook of seagrass biology. An Ecosystem perspective*. Garland STPM Press. Nova York.
- ROBERTSON, A.I. i MANN, K.H. 1980. The role of isopods and amphipods in the initial fragmentation of eelgrass detritus in Nova Scotia, Canada. *Mar Biol.*, **59**: 63-69.
- TOMLINSON, P.B. 1980. Leaf morphology and anatomy in seagrasses. In: Phillips & Mc Roy, eds, *Handbook of seagrass biology*.
- TUTIN, T. G. HEYWOOD, V.H., BURGESS, W.A. MOORE, D.M. VALENTINE D.H. WALTERS, S.M. i WEBB, D.A. (Eds.) 1977. *Flora Europaea. Vol. 5. Alismataceae to Orchidaceae*. Cambridge University Press. Cambridge.
- VERLAQUE, M. 1980. Preliminary data on some *Posidonia* feeders. *XXVII Con. Ass. Plénière CIESM*. Cagliari.

- WITTMANN, K. MAZZELLA, L. i FRESI, E. 1980. Age specific pattern of leaf growth: Their determination and importance for epiphytic colonization in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *XXVII Cong. Ass. Plénière CIESM*, Cagliari.
- WITTMANN, K. SCIPIONE, M.B. i FRESI, E. 1980. Some laboratory experiments on the activity of the macrofauna in the fragmentation of detrital leaves of *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *XXVII Con. Ass. Plénière CIESM*, Cagliari.
- WOLFF, T. 1980. Animals associated with seagrass in the deep sea. *In*: Phillips & McRoy, eds, *Handbook of seagrass biology*.