

ELS ARXIUS HISTÒRICS DE LA PRADERIA

Miguel Ángel Mateo Mínguez

Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona

Introducció

És molt possible que en la gran majoria d'articles que conté aquest número, s'hagi insistit en la importància de *Posidonia oceanica* com a espècie clau en les aigües somes de les costes del mar Mediterrani. El seu valor radica en la gran diversitat biològica que contenen les seves praderies i en la multitud de funcions que fan (Boudouresque i Meinesz 1982). Lamentablement, a l'igual que succeeix en moltes altres costes del món habitades per altres fanerògames marines, a les costes mediterrànies també comencen a percebre's símptomes de regressió dels ecosistemes dominats per *Posidonia oceanica* (Marbà et al., 1996).

La correcta interpretació de la variabilitat observada actualment en l'abundància i distribució de les praderies de *Posidonia oceanica* passa per conèixer els patrons de variació natural a mitjà i llarg termini d'aquests dos aspectes, així com els dels factors que els governen. Només d'aquesta manera és possible diferenciar el que són canvis *normals* o *assumibles* per les praderies, d'aquells que poden representar un seriós perill per a la seva supervivència (tals com la degradació accelerada deguda a la intervenció humana). Aquesta informació és virtualment inexistent a causa de l'absència de programes de seguiment d'ecosistemes de fanerògames marines que s'hagin prolongat suficientment en el temps i que hagin tingut en compte, simultàniament, les variables ambientals i biològiques necessàries. A més a més, amb l'excepció d'una espècie tropical, els grans de pol·len de les fanerògames marines no tenen exina, la capa més exterior que els recobreix. Aquesta circumstància fa també inviable l'aplicació de tècniques de reconstrucció biològica i ambiental basades en l'estudi de la diversitat i abundància del pol·len en el registre sedimentari (paleopalinoologia).

En aquest article veurem com, de forma excepcional, *Posidonia oceanica* ofereix dos registres històrics que poden proporcionar l'accés a aquesta informació tan valuosa: el

primer, força explorat i utilitzat (Pergent, 1990; Duarte et al., 1994), recull amb detall anual i potser també estacional, informació sobre la seva productivitat i creixement durant les dues últimes dècades aproximadament; el segon, l'exploració del qual s'ha iniciat recentment, podria permetre, per primera vegada, estudiar a *escala mil·lenària* la dinàmica d'un ecosistema costaner dominat per una fanerògama marina. Això és degut al fet que *Posidonia oceanica* presenta una peculiaritat excepcional: és l'únic macròfit marí que deixa un registre orgànic continu en el sediment i, per tant, l'únic que permet una aproximació paleoecològica.

L'arxiu recent

Descripció de l'arxiu

Tal com s'esdevé amb la majoria de plantes superiors, les fulles van apareixent al llarg de la tija de forma seqüencial. La reconstrucció d'aquesta seqüència és a vegades possible tant que s'hagi produït la caiguda de la fulla, gràcies al fet que el pecíol foliar deixa, en el punt en el qual s'inserta a la tija, una marca o cicatriu distingible (Figura 1). La distància entre una cicatriu i una altra se sol denominar *plastocrono* i ve a representar l'interval de temps entre l'aparició de dues fulles consecutives. La correspondència entre distància entre cicatrius i temps no és absoluta ja que les distàncies estan relacionades amb la productivitat de la planta. Així, el plastocrono serà menor en un any d'escassa productivitat o durant l'estació de menor creixement de la planta. Són precisament aquestes variacions en les distàncies el que permet identificar cicles anuals i estudiar les fluctuacions estacionals i interanuals en la productivitat de la planta durant els diversos anys que precedeixen al mostreig (Duarte et al., 1994).

Els pecíols de *Posidonia oceanica* no només deixen les esmentades cicatrius sinó que romanen units al rizoma (que no és més que la tija de la planta) tot i haver-ne estat escindida la fulla (Figura 1). Un exemple simi-



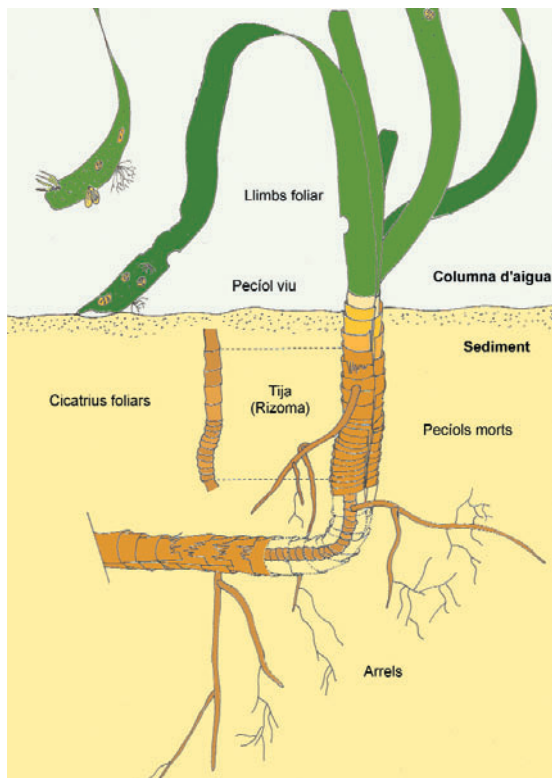


Fig. 1. L'arxiu recent. Representació esquemàtica d'una planta de *Posidonia oceanica*. S'aprecia l'alternança dels pecíols foliars i les cicatrius que deixen al llarg de la tija subterrània (rizoma). Il·lustració de l'autor.

lar amb el que estem familiaritzats serien les palmeres tan habituals a les costes del Maresme barceloní. A les palmeres, una gran part del pecíol foliar queda unit a la tija/tronc i el deixa 'folrat' amb el pas dels anys. Comptar amb els pecíols foliars constitueix una font d'informació addicional. Si examinem al microscopi talls transversals dels pecíols de *Posidonia oceanica* i n'anotem la grossària al llarg de la seqüència, obtindrem una imatge temporal de la variabilitat en la producció foliar (no oblideu que el pecíol forma part de la fulla) durant el període recollit pel rizoma estudiat. Aquesta tècnica es coneix amb el nom de Lepidocronologia (Pergent, 1990, Figura 2). Les variacions en la grossària són tan acusades que poden inclús apreciar-se pel tacte. Això permet datar amb facilitat i rapidesa els diferents trams d'un rizoma de *Posidonia oceanica*. El número de pecíols o cicatrius existents entre dos pecíols, la grossària dels quals és mínima, equival al nombre de fulles produïdes aquell any. El segment de rizoma en què s'inserten els pecíols corresponents a cada any, equival al creixement vertical de la planta durant aquest any (Figures 1 i 2).

El pes i la longitud dels pecíols no constitueix un bon indicador ja que, malgrat que quedin enterrats a la sorra de la praderia, solen deteriorar-se a conseqüència de l'erosió prèvia al seu enterrament.

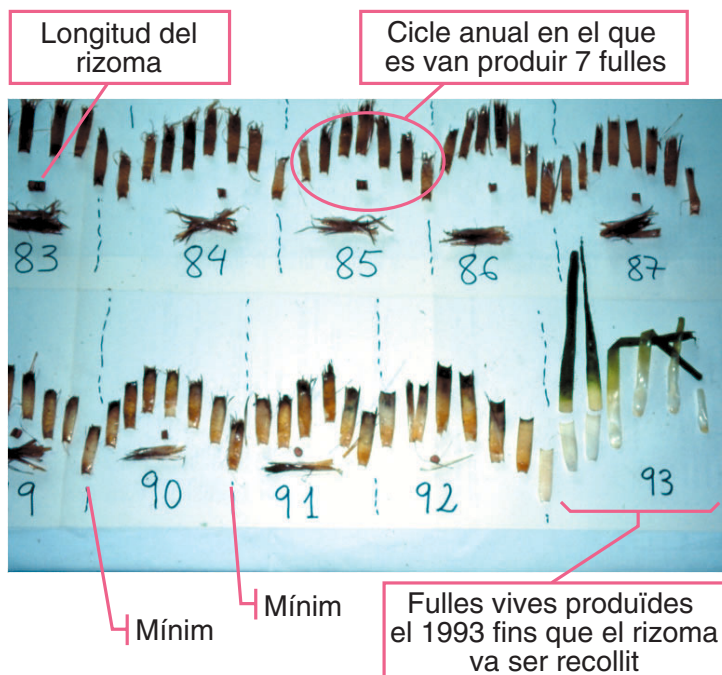


Fig. 2. La tècnica de datació coneguda com lepidocronologia permet agrupar els pecíols produïts cada any examinant els seus canvis de grossària. D'aquesta manera es poden generar sèries temporals de producció foliar i d'elongació del rizoma que registren fins a dues dècades amb resolució anual. Les fibres de sota el segment de rizoma en cada any són restes de pecíol que no han pogut ser assignades a ningú en concret. Fotografia i adaptació de l'autor.



Algunes lliçons

Un cop s'han datat diversos rizomes de *Posidonia oceanica* mitjançant l'anàlisi del plastocrono o mitjançant la lepidocronologia, es poden representar les diferents variables mesurades (grossària del pecíol, creixement vertical del rizoma, taxa de producció foliar anual, etc.) segons el temps; aquesta representació s'anomena *sèrie temporal*. L'examen d'una sèrie temporal permet conèixer els rangs de variació de la variable estudiada i detectar tendències en el temps. Així, l'estudi de diversos rizomes a la praderia de les illes Medes ha revelat una clara tendència de la planta a disminuir la seva velocitat de creixement vertical d'una forma força constant a raó d'uns 0.4 mm cada any (de 13 mm a només 4mm anuals en 24 anys; Figura 3). Per contra, s'aprecia que durant els anys 70 la planta produïa una mitjana de 6.7 fulles cada any i que aquesta producció ha augmentat en els anys 80-90 en una fulla aproximadament (Figura 3). Al marge de les tendències, aquesta reconstrucció permet tenir una idea del rang de variació típic de les variables estudiades. A l'exemple es veu com per al creixement vertical aquesta variabilitat és de l'ordre de ± 5 mm l'any, i per al nombre de fulles de ± 1 fulla a l'any.

El veritable repte, no obstant, es troba en la interpretació d'aquestes variacions i tendències. Una disminució del creixement vertical de la planta podria estar evidenciant una reducció en la taxa de sedimentació sobre la praderia, la disponibilitat de més quantitat de llum per a la planta (aigües més netes), o un

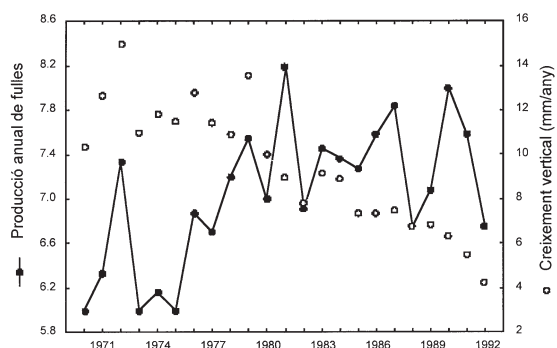


Fig. 3. Sèries temporals de producció anual de fulles i creixement vertical del rizoma. Les dades corresponen a la mitjana de 12 rizomes procedents de la praderia de les illes Medes, Girona. Dades de l'autor no publicades.

període menys productiu de la praderia. La comparació amb d'altres sèries, com la producció foliar anual, permetria decantar-se per una o altra de les hipòtesis possibles. Així, si la tendència és cap a una producció foliar més gran, la hipòtesi d'una etapa menys productiva de la praderia perdria força. Si examinem l'evolució de la transparència de l'aigua a les illes Medes durant el període estudiat, comprovem que entre 1970 i 1974 va augmentar en uns 9 m la visibilitat, per establir-se al voltant dels 16 m fins ara. L'augment bruscat de la transparència de l'aigua està clarament associat a l'entrada en funcionament d'una sèrie d'embassaments que van regular el cabal del riu Ter, el qual desemboca a les proximitats de les illes Medes (Riera, 1993). Amb

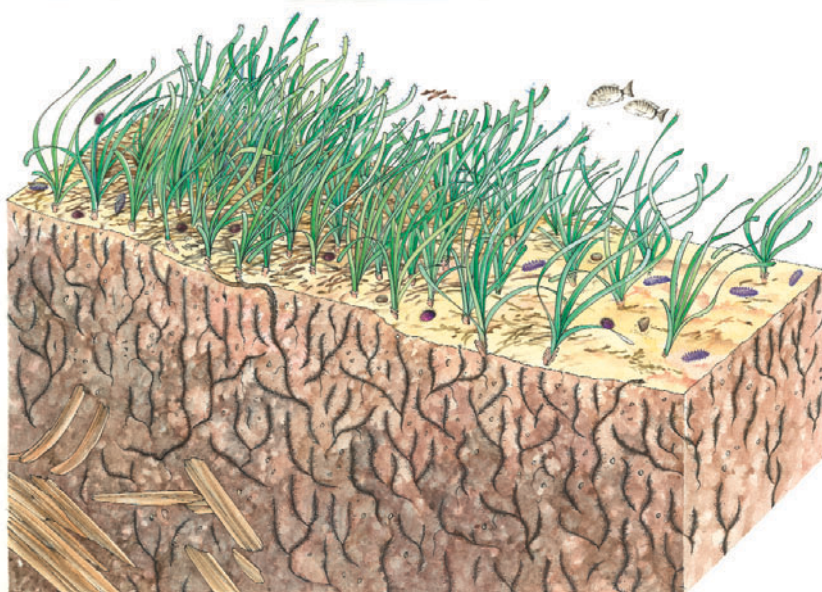


Fig. 4. L'arxiu antic: la mata de *Posidonia oceanica*. Sota la superfície de les praderies de *Posidonia* s'acumula una intrincada trama d'arrels i rizomes compactades pel sediment marí. La baixa descomponibilitat del material i les bones condicions de preservació, permeten que es formi un extraordinari registre orgànic mil·lenari. Il·lustració de Pere Rovira.



Taula 1. Característiques bàsiques d'algunes de les mates estudiades en el llevant espanyol. PLL: Port Lligat, Girona; MD: illes Medes, Girona; CP: El Campello, Alacant; TB: isla de Nueva Tabarca, Alacant. Adaptat de Mateo et al. (1997).

Localitat	Rang d'edats (anys abans del present)	Grossària de mata mostrejada (cm)	Taxa d'acumulació (cm/any)
PLL	710-1600	123	0.088
MD	1310-3330	200	0.079
CP	580-1357	200	0.203
TP	243-1137	150	0.114

aquests elements, es pot aventurar la hipòtesi d'una menor inversió de la planta en créixer cap amunt en busca de la llum ja que disposa de més llum a causa de l'augment de transparència de l'aigua. L'augment en la producció foliar seria una altra conseqüència d'aquesta més gran disponibilitat de llum.

L'arxiu antic

Descripció de l'arxiu

El registre recent de *Posidonia oceanica* permet remuntar-se a només unes dues o tres dècades enrere. És molt difícil trobar rizomes intactes que registrin períodes anteriors. Afortunadament, *Posidonia oceanica* ofereix un altre arxiu històric que podria documentar la segona meitat de l'holocè (els últims 5.000 anys aproximadament).

A l'article 'El Ritme de la praderia' d'aquest número, quan es parla de l'acumulació de matèria orgànica en el sediment de les praderies de *Posidonia oceanica*, ja es va avançar com l'extraordinària persistència del material derivat de les arrels i rizomes de la planta donava lloc a un important clavegueró de materials biogènics. Aquest sòl altament orgànic subjacent a les praderies de *Posidonia oceanica*, es coneix amb el nom de 'mata' (Figura 4). La seva persistència es deu a la baixa descomponibilitat dels teixits (amb un alt contingut en fibra recalcitrant), i a les condicions d'anòxia que s'originen a partir dels 5 cm aproximadament de la superfície del sediment (vegeu Figura 12 de l'article 'El Ritme de la praderia').

Aquest arxiu comença a partir dels 15-20 cm de la superfície del sediment. A diferència del registre recent, a l'arxiu mil·lenari les restes de la planta es troben desestructurades i només és possible distingir si van formar part dels peciols, de les arrels o dels rizomes. Només molt ocasionalment es troba algun fragment de rizoma que mantingui la seva estructura original. Així doncs, l'estudi del plastocrono o la lepidocronologia no poden utilitzar-se per datar l'edat de les restes de la planta contingudes a l'arxiu antic. L'edat en aquest cas, s'estableix determinant la quanti-

tat de carboni 14 residual que conté el material. Per a això s'utilitza l'espectrometria de masses mitjançant acceleració. Un cop conegut el contingut en carboni 14, s'aplica l'equació de desintegració del carboni 14 d'acord amb el temps per estimar l'edat del material analitzat.

Algunes lliçons

La primera gran lliçó que es deriva del registre antic és la constatació de la capacitat de persistència de l'ecosistema dominat per *Posidonia oceanica* durant diversos mil·lennis, d'una manera, en principi, ininterrompuda. No obstant això, l'examen general de les mates d'algunes praderies al llarg del llevant espanyol ens mostra una considerable variabilitat en la velocitat amb què els materials es van acumulant (Taula 1). En el resum de la Taula 1 pot veure's com les dues praderies situades més al nord del Mediterrani espanyol, presenten una taxa d'acumulació 1.5 vegades menor que les situades més al sud. A l'estat preliminar en què es troba l'exploració d'aquest registre, és difícil aventurar alguna hipòtesi. Potser una irradiància i una temperatura més

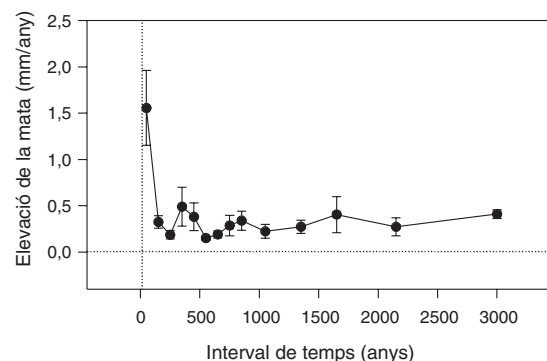


Fig. 5. L'estudi de les incoherències cronoestratigràfiques de les mates de *Posidonia oceanica* permet estimar el temps entre dues perturbacions consecutives importants a les praderies. A la figura veiem que la taxa d'elevació de la mata s'estabilitza quan es calcula utilitzant estrats, la diferència d'edat del quals és de l'ordre dels 100 anys, el que equivaldria a la freqüència de grans perturbacions a la praderia (Mateo et al. 1997).



grans en aigües alicantines podrien ser les responsables d'una més alta productivitat i, per extensió, d'una velocitat de creixement també més gran de la mata de les seves praderies.

Si examinem aquest creixement entre tots els estrats possibles de les diferents mates estudiades, és possible determinar el període mitjà de temps que transcorre entre canvis bruscos de l'edat de la matèria (Figura 5). Sense entrar en més detalls, aquest període mitjà més o menys equival al temps que transcorre entre dues perturbacions importants de la praderia (canvis bruscos en la productivitat de l'ecosistema, erosió intensa de la praderia, etc.). En el conjunt de les praderies estudiades, aquest període s'ha estimat en una perturbació important cada uns 100 anys.

Una altra informació important que pot extreure's de l'arxiu mil·lenari de *Posidonia oceanica* és el temps mitjà de permanència dels materials biogènics immobilitzats en aquest clavegueró. Si es coneix la biomassa acumulada a la mata, la seva densitat i la seva edat, és possible estimar que el temps de residència mitjà del material és d'uns 10.000 anys (Mateo et al., 1997).

Últims desenvolupaments

L'estudi del potencial de l'arxiu mil·lenari de *Posidonia oceanica* es troba en aquests moments en els seus inicis. Fins avui, els treballs realitzats han revelat algunes característiques bàsiques de la mata d'algunes praderies tals com l'edat del material, la seva velocitat d'acumulació, la seva taxa de descomposició, la importància del clavegueró de materials que constitueix, així com la variabilitat espacial de tots aquests paràmetres (Romero et al., 1997; Mateo et al., 2001).

El material estudiat fins ara, s'ha obtingut agafant mostres a diferents altures al llarg de desboscaments de mata erosionats de forma natural. A la Taula 1 pot veure's que s'han mostregat perfils de fins a 2 m d'altura. Que es depengui de parets exposades no és la situació ideal ja que impedeix la lliure elecció de la praderia d'estudi. Per altra banda, sempre queda la incertesa de com ha pogut afectar l'exposició del material antic a l'ambient actual de la seva edat o la seva composició química.

Amb la finalitat de superar aquestes limitacions, recentment s'ha posat a punt un sistema de perforació flotant que permet realitzar sondejos en la mata (Figura 6). El sistema consta d'una plataforma flotant amb una petita torre que serveix per hissar els testimonis extrets (Figura 6, a dalt), i d'un martell pneumàtic que proporciona la força de penetració (i rotació) al cilindre mostregador. Aquest cilindre mesura 1.5 m de longitud i 8 cm de

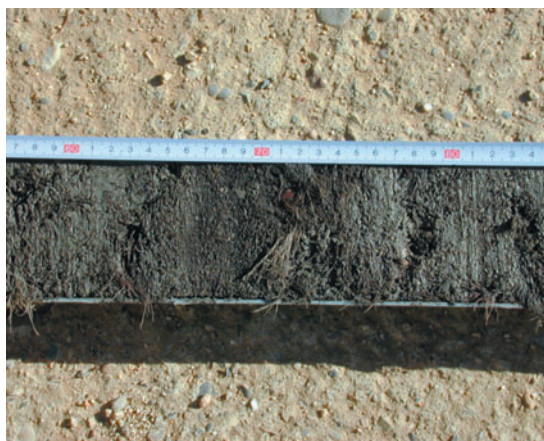


Fig. 6. Plataforma de perforació flotant utilitzada per a l'extracció del testimoni de mata de *Posidonia oceanica* a la badia de Port Lligat (a dalt). Cilindre perforador amb capçal dentat (centre). Detall de la primera secció del testimoni (a sota). Pot apreciar-se el color obscur que delata les condicions d'anòxia en què es troba el material i l'elevat contingut orgànic (fibres d'arrels i peciols de *Posidonia oceanica*) del sediment. El material d'aquest segment té entre 700 i 1400 anys d'edat. Fotografies de Ramon Julià.

diàmetre. Al seu interior, allotja un tub de PVC en el qual hi queda recollit el testimoni de mata després de la seva perforació. El cilindre està dotat d'un capçal especialment dissen-



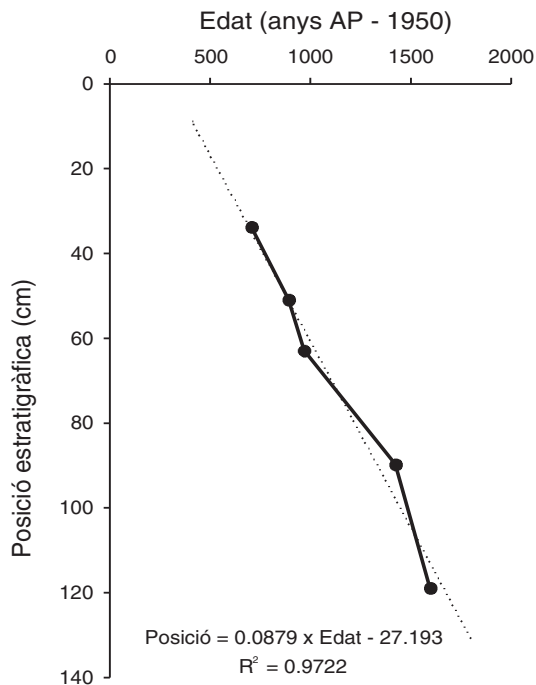


Fig. 7. Distribució de l'edat del material al llarg de la primera secció del testimoni de mata de *Posidonia oceanica* extret a la badia de Port Lligat. La recta de regressió mostra una acumulació molt constant a raó d'uns 8.8 mm anuals. AP: anys abans del present, entenent per present l'any 1950 (establert per conveni internacional). Dades de l'autor no publicades.

yat per obrir-se camí en sediments altament orgànics sense ocasionar una excessiva compactació del material (Figura 6, centre).

El mètode es va provar a la badia de Port Lligat i es va poder extreure una mostra completa de 5 m de longitud i 8 cm de diàmetre repartida en 4 seccions d'uns 125 cm (Figura

6, a sota). L'exploració visual de les 4 seccions ha revelat que els 5 m mostrejats contenen una gran quantitat de detritus orgànics derivats de *Posidonia oceanica* així com una elevada diversitat de restes d'organismes (o organismes sencers) associats a la praderia (mol·luscs, equinoderms, foraminífers i ostracodes). Les primeres datacions mostren que la primera secció recull la història de la planta des de fa uns 1.600 anys (Figura 7). Assumint una velocitat constant de formació de la mata, s'estima que cada centímetre del testimoni obtingut integra uns 10 anys d'història de la praderia. Aquesta ha estat la resolució escollida (determinada per la necessitat d'una quantitat mínima de mostra) per a l'anàlisi del testimoni. S'ha de destacar que, si es mantingués constant aquesta velocitat de formació al llarg de tot el testimoni mostrejat (és a dir, de les seves 4 seccions), el registre disponible arribaria als 6.000 anys d'antiguitat.

Un cop en possessió del registre, el gran repte del paleoecòleg és extreure el màxim d'informació del material preservat. La informació pot obtenir-se de forma directa com seria el cas de la identificació i quantificació dels individus que formen part de les paleocomunitats que han quedat preservades en la mata. Tanmateix, en la majoria de casos cal recórrer a la utilització de tècniques indirectes o *paleoindicadores* (Figura 8). La taxa de fotosíntesi de la planta, la temperatura i la transparència de l'aigua, o l'hidrodinamisme regnant a la praderia són exemples de variables que han de ser inferides a partir dels efectes que van produir o dels traçaments que van deixar en el seu moment en els materials continguts a l'arxiu. Vegem un exemple:

Si existís una relació entre irradiància o transparència de l'aigua i la productivitat de *Posidonia oceanica* i succeís que alguna

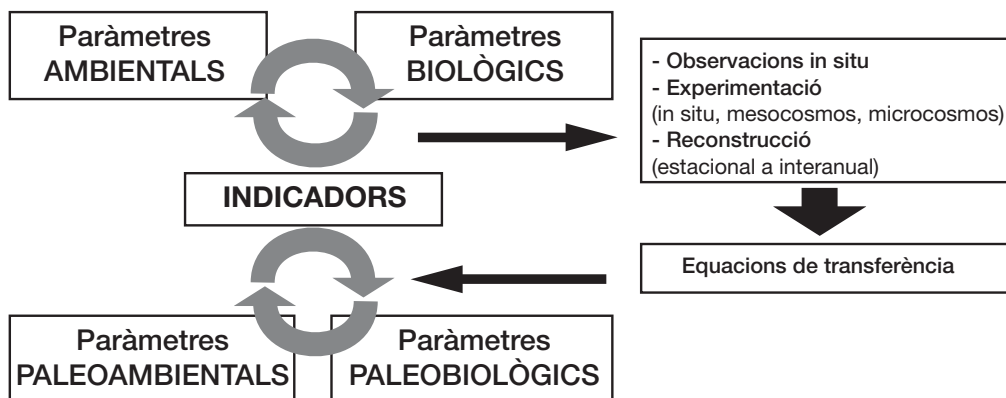


Fig. 8. Esquema de l'estratègia utilitzada per a la reconstrucció paleoecològica. Identificats i calibrats un o diversos indicadors que descriguin la relació entre paràmetres ambientals i biològics de l'ecosistema de *Posidonia oceanica*, pot reconstruir-se aquesta relació a partir de les variacions de l'indicador en el material conservat en el registre. Una premissa fonamental és que les característiques de l'indicador no han degut de ser alterades per l'envelliment del material en el registre, és a dir, que han de reflectir les condicions del paleoambient reconstruït tal i com eren en el moment en què es van establir.



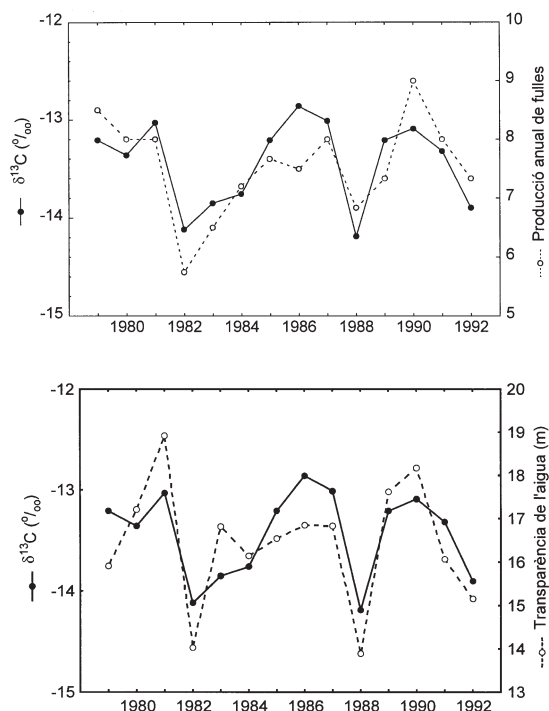


Fig. 9. Relació entre el paleoindicador utilitzat com a exemple, la composició isotòpica del carboni ($\delta^{13}\text{C}$), i un paràmetre biològic (la taxa anual de producció foliar), i un paràmetre ambiental (la transparència de l'aigua). La sèrie biològica s'ha obtingut utilitzant la lepidocronologia i l'ambiental ha estat cedida desinteressadament per Josep Pasqual (Mateo et al. 2000).

característica química del material sintetitzat variés segons la seva productivitat, podríem reconstruir la irradiància durant el període recollit pel nostre registre. Hem comprovat que aquest podria ser el cas. Utilitzant sèries ambientals de transparència de l'aigua i de la llum que arriba a la planta a les diferents profunditats en què creix, així com de sèries de taxes de producció foliar anual (obtingudes mitjançant lepidocronologia), ha estat possible establir relacions significatives entre aquestes variables i una d'aquelles característiques químiques a què es feia referència (Figura 9). Es tracta de la composició isotòpica del carboni en els pecíols (proporció entre els isòtops estables ^{13}C i ^{12}C del carboni que contenen; sol expressar-se com $\delta^{13}\text{C}$). Aquesta composició isotòpica és un *paleoindicador* i les relacions que manté amb les diferents variables esmentades, es coneixen com a *equacions de transferència* (permetran inferir els valors d'aquestes variables en èpoques pretèrites). Així, analitzant la $\delta^{13}\text{C}$ de les restes de pecíols continguts en el testimoni de Port Lligat (Figura 10), podríem reconstruir els canvis que s'han produït en la productivitat foliar de la planta (paràmetres biològics), en la transparència de l'aigua o en la quantitat de llum que arribava a la planta (paràmetres

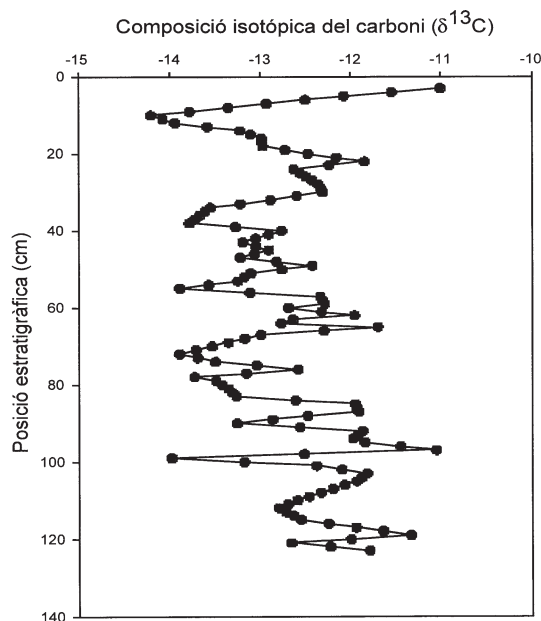


Fig. 10. Composició isotòpica del carboni ($\delta^{13}\text{C}$) de les restes de pecíols de *Posidonia oceanica* de la primera secció del testimoni de la badia de Port Lligat. A partir d'aquest perfil i de les relacions mostrades a la Figura 9, s'ha aventurat, a efectes didàctics, una reconstrucció de la taxa anual de producció foliar de *Posidonia oceanica* i de la transparència de l'aigua a la praderia de Port Lligat (Taula 2) durant els últims 1600 anys. Dades de l'autor no publicades.

ambientals) durant els últims 1600 a 6000 anys d'història de la planta a la Badia. El procés de reconstrucció podria ser tan fàcil com això o presentar molts problemes d'interpretació. En l'estat actual de les investigacions que es porten a terme (projecte PALEOMED, vegeu més endavant) només es pot avançar, a efectes didàctics, un senzill exercici de reconstrucció sense validesa científica (Taula 2). Aquestes limitacions es deuen al fet que el *calibratge* de l'indicador paleoecològic s'ha realitzat a la praderia de les illes Medes men-

Taula 2. Exercici de reconstrucció biològica i ambiental a partir de les restes de pecíols de *Posidonia oceanica* del testimoni extret a la badia de Port Lligat. S'han utilitzat les *funcions de transferència* que relacionen les variables indicades a la taula i la composició isotòpica del carboni dels pecíols de *Posidonia oceanica* del registre recent. Es mostren els valors mitjans, màxims i mínims durant els últims 1.600 anys d'història de la planta. S'inclouen les estimes per a la llum que arriba a la planta (dosser) encara que no es mostri la figura en aquest article.

	Fulles/any	Transparència	Llum (dosser) ($\mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}$)
Mitjana	8.61	19.39	1688.18
Màxim	10.89	26.48	2708.92
Mínim	5.58	9.94	328.09



tre que el registre antic procedeix de la badia de Port Lligat. Per altra banda, cal descartar l'efecte de les possibles fonts de variació de l'indicador que no estiguin relacionades amb la biologia de la planta. Tenint aquestes limitacions en ment, els resultats de l'exercici mostren que durant els últims 1600 anys, les plantes de *Posidonia oceanica* de la badia de Port Lligat haurien produït una mitjana de 8.61 fulles anuals amb màxims de quasi 11 fulles a l'any i mínims de 5. També es podria aventurar que el rang de variabilitat de la transparència de l'aigua a la badia hauria oscil·lat, segons l'exercici, entre els 10 i els 26 m (de visibilitat) en el període registrat.

El projecte PALEOMED

Al novembre de 2002 es va iniciar el projecte PALEOMED: "Els dipòsits mil·lenaris de *Posidonia oceanica*: primera aproximació a la paleoecologia d'una fanerògama marina durant l'holocè recent", finançat pel MCyT que s'extindrà fins l'octubre de 2005. El projecte està destinat a aprofundir en l'estudi d'ambdós registres, ampliar l'estudi del registre antic a la totalitat de l'arxiu (els 5 m de testimoni) i elaborar equacions de transferència precises que permetin realitzar una reconstrucció paleoecològica rigorosa. L'estudi inclou l'exploració de diversos indicadors que permetrien distingir les causes de variabilitat natural de les degudes a la intervenció humana.

L'objectiu final és treure partit d'una oportunitat sense precedents que ens ofereix *Posidonia oceanica*: la d'estudiar la història natural d'una espècie clau en els nostres ecosistemes costaners al llarg d'un període de temps que fins ara havia quedat inaccessible per als ecòlegs.

Agraïments

L'autor agraeix l'ajut ofert de Pere Renom i Robert Michener, participants del projecte PALEOMED, en l'obtenció i elaboració de part de les dades utilitzades en aquest article. L'esforç generós dels col·laboradors del projecte, Irene Martínez, Carles Guallar i Daniel Garrido, està fent possible avançar a un bon ritme. Sergio Martínez i Marc Gilabert van oferir el seu ajut en els inicis d'aquestes investigacions. Per últim, Ramon Julià i Antonio Baños mereixen un especial reconeixement per la seva participació decisiva en la logística de l'extracció del testimoni de *Posidonia oceanica* a la badia de Port Lligat.

El finançament del *Ministerio de Ciencia y Tecnología* fa possible aquesta investigació (PALEOMED: CICYT BOS2002-02247). Aquesta publicació forma part del pla de difusió del projecte.

L'autor agraeix el suport incondicional rebut de la Direcció General de Planificació Ambiental, Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya, en la seva qualitat d'Entitat promotora Observadora del projecte PALEOMED.

Bibliografia

- BOUDOURESQUE C.F. i MEINESZ A. (1982). *Découverte de l'herbier de Posidonie*. Parc National de Port-Cros.
- DUARTE C.M., MARBA N., AGAWIN N., CEBRIAN J., ENRIQUEZ S., FORTES M.D., GALLEGOS M.E., MERINO M., OLESEN B., SAND-JENSEN K., URI J., i VERMAAT J. (1994). Reconstruction of seagrass dynamics: age determinations and associated tools for the seagrass ecologist. *Marine Ecology Progress Series*, 107: 195-209.
- MARBÀ N., DUARTE C.M., CEBRIAN J., GALLEGOS M.E., OLSEN B., i SAND-JENSEN K. (1996). Growth and population dynamics of *Posidonia oceanica* on the Spanish Mediterranean coast: elucidating seagrass decline. *Marine Ecology Progress Series*, 137: 203-213.
- MATEO M.-A., HEMMINGA M.A., ROMERO J., LITTLER M.M., i LITTLER D.S. (2000). Evidence of the coupling between light, delta-13C, and production in the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Biologia Marina Mediterranea* 7(2): 91-94.
- MATEO M.-A., RENOM P., JULIÀ R., ROMERO J., i MICHENER R. (2001). An unexplored sedimentary record for the study of environmental change in Mediterranean coastal environments: *Posidonia oceanica* (L.) Delile peats. *Study of Environmental Change using Isotope Techniques, C&S Papers Series, International Agency of Atomic Energy, Vienna* 13/P: 163-173.
- MATEO M.A., ROMERO J., PÉREZ M., LITTLER M., i LITTLER D. (1997). Dynamics of millenary organic deposits resulting from the growth of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 44: 103-110.
- PERGENT G. (1990). Lepidochronological analysis in the seagrass *Posidonia oceanica*: a standardized approach. *Aquatic Botany*, 37: 39-54.
- RIERA J.L. (1993). *Regional limnology of Spanish reservoirs. Relationships between nutrients, seston, and phytoplankton*. PhD Thesis, Universitat de Barcelona, Barcelona, Spain.
- ROMERO J., PÉREZ M., MATEO M.-A., i SALA E. (1994). The belowground organs of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* as a biogeochemical sink. *Aquatic Botany*, 47: 13-19.

