

ESTRUCTURA I DINÀMICA DEL POBLAMENT ALGAL DE LES FULLES DE POSIDONIA OCEANICA (L.) DELILE ALS HERBEIS DE TOSSA DE MAR (GIRONA)

Rebut: juny 1986

Enric Ballesteros *

SUMMARY

Structure and dynamics of the leaf phytoepiphytes of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in Tossa de Mar (Catalonia, Western Mediterranean)

Research on leaf-epiphyte community structure and dynamics was carried out in ***Posidonia oceanica*** beds from Tossa de Mar (Western Mediterranean). Three sampling stations were chosen at 2, 9 and 23 m depth. Seasonal community structure was studied along the year 1982 in the 9 m station. Species composition, species covering, species richness, specific distribution, homogeneity (Kulczynski's similarity index), species diversity, pattern diversity and the qualitative and quantitative minimal areas were obtained from each sample. These parameters were estimated from the species/number of shoots curves, the diversity (Shannon index)/number of shoots curves and the similarity/number of shoots curves as indicated by BALLESTEROS (1986). Structural changes in the epiphyte community have been observed; there is an increase in species richness and a decrease in the specific distribution and pattern-diversity from autumn to summer. Two different phases can be distinguished: a settling phase, where different shoots have a rather different species composition, that begins in October, just after the fall of senescent ***Posidonia*** leaves; and a canalization phase, where there is a progressive concurrence in the qualitative and quantitative composition of leaf-epiphytes between shoots. Comparison with other Mediterranean algal communities shows the miniaturization, the great homogeneity and the scanty structure of the ***Posidonia*** leaves epiphytic community.

Dynamics were studied in the three sampling stations. Species composition of ***Posidonia*** leaves is well characterized by the abundance of ***Fosliella*** species and the encrusting phaeophycean ***Myrionema magnusii***. Other species such as ***Giraudia sphacelarioides***, ***Castagnea irregularis***, ***C. cylindrica***, ***Giffordia mitchelliae***, ***Myriactula gracilis***, ***Ectocarpus siliculosus*** v. ***confervoides*** and ***Feldmannia globifera*** have a spring maxima in the shallow stations. Zooepiphytes are more abundant, in relative terms, in the deepest station (basically the hydrozoan ***Sertularia perpusilla*** and bryozoans ***Electra posidoniae*** and ***Fenestrulina joannae***).

Mean phytoepiphyte biomass varies from 12 to 495 mg dw/shoot (11-470 g dw/m²) in the shallow stations and 4 to 335 mg dw/shoot (1-82 g dw/m²) in the deepest station. Zooepiphytes biomass varies from 5 to 188 mg dw/shoot (2-180 g dw/m²). A time delay between the shallowest and the deepest stations has been found for all leaf features and phytoepiphyte composition and biomass, but not for zooepiphyte biomass. A time delay in terms of

* Centre d'Estudis Avançats. Camí de Santa Bàrbara, s/n. 17300 Blanes. Girona.

production and biomass maxima between shallow and deep phytobenthos communities is something general in the Mediterranean (BALLESTEROS, 1984). This appears to be an adaptation of different species and communities in order to couple their life-cycle to the seasonal pattern of the limiting factor (or factors), usually light (in deep communities) and nutrient availability (in shallow ones); this could be also the case of **Posidonia** and its epiphytes.

Production estimates of leaf-epiphytes vary from 70 g C/m² year in shallow stations to 12 g C/m² year in the deepest one, that is, between the 10 and the 20 % of the whole **Posidonia** meadow production.

INTRODUCCIÓ

Actualment són molts els treballs que tracten de forma general o específica qüestions relacionades amb els herbeis de *Posidonia oceanica*. Una bona prova en són les nombroses tesis doctorals llegides (GIRAUD, 1977; EUGENE, 1978; BAY, 1978; PANAYOTIDIS, 1980; LIBES, 1984; ROMERO, 1985), a més a més de nombrosíssims treballs apareguts en revistes especialitzades. La majoria d'estudis versen sobre la fenologia de *Posidonia* o bé sobre l'estructura, la dinàmica i la producció dels herbeis d'aquesta fanerògama marina. Això no obstant, alguns treballs fan referència als epífits de *Posidonia* i, més concretament, als fitoepífits.

Van ser FUNK (1927) i FELDMANN (1937) els primers a donar una llista d'espècies d'algues que apareixien de forma regular a les fulles de *P. oceanica*, i el segon autor proposa ja una petita llista d'espècies característiques. Feldmann distingeix entre els poblaments de les fulles i els dels rizomes, i estudis posteriors han confirmat l'existència de dues comunitats algals diferents: el poblament de les fulles, ben caracteritzat fitosociològicament (BEN, 1971), i el poblament dels rizomes, que no constitueix cap entitat fitosociològica determinada (BOUDOURESQUE, 1968, 1974).

Els estudis de BEN (1969, 1971) van deixar ben clara la composició específica de l'epiflora de les fulles de *Posidonia*. Aquest autor va publicar els primers inventaris complets de la comunitat de les fulles, la qual anomenà associació de *Giraudia sphacelarioides* i *Ascocyclus orbicularis* (= *Myrionema magnusii*) (*Giraudio-Myrionemum magnusii* Ben, 1971). Hom opina que és preferible utilitzar aquest nom per a

designar l'epiflora de les fulles ja que el binomi *Posidonietum oceanicae* Funk (PANAYOTIDIS, 1980) es refereix a la totalitat de l'herbei. D'altra banda, hom no creu convenient utilitzar el nom d'un sintàxon de vegetació fanerògàmica per a descriure comunitats algals, les quals no es poden incloure dins la classificació de la vegetació superior. Posteriorment, altres autors han publicat inventaris d'aquesta comunitat que han ajudat a caracteritzar-la. Entre altres esmentem BOUDOURESQUE (1971), PANAYOTIDIS (1980), BATTIATO *et al.* (1982), CINELLI *et al.* (1984). Finalment, BOUDOURESQUE (1985) dóna una llista de 8 espècies que formen el grup ecològic de les algues que viuen sobre les fulles de *Posidonia oceanica*.

Deixant a part els estudis de caire fitosociològic, durant els anys vuitanta han aparegut alguns treballs que aprofundeixen sobre la microestructura i la dinàmica dels fitoepífits (PANAYOTIDIS, 1979, 1980; CINELLI *et al.*, 1984), alguns dels quals donen dades de biomassa (THELIN & BÉDHOMME, 1983; MAZZELLA & OTT, 1984) i, fins i tot, de producció (LIBES *et al.*, 1983; LIBES, 1984; BALLESTEROS, 1984; ROMERO, 1985).

En aquest treball hom ha intentat caracteritzar específicament i estructuralment la comunitat de *Giraudia sphacelarioides* i *Myrionema magnusii* dels herbeis de *P. oceanica* de Tossa de Mar (fig. 1), amb indicacions sobre l'abundància de les espècies al llarg d'un cicle anual. Hom ofereix, també, dades sobre l'evolució de la biomassa dels fitoepífits, els zoepífits i les fulles de *P. oceanica* a tres estacions situades a diferents fondàries i, a títol orientatiu, unes estimes de producció primària de la comunitat epifítica.

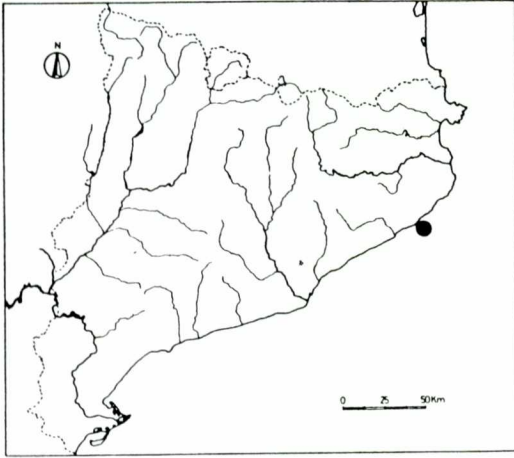


FIG. 1. Situació de Tossa a la costa catalana. Els punts de mostreig se situen en els quadrats 31T DG91 i DG92 del reticle UTM.

Situation of the prospected zone in Catalonia. Sampling stations are located in the 31T DG91 and DG92 UTM reticles.

MATERIAL I MÈTODES

Els alguers de *Posidonia oceanica* són rars a la zona de Tossa, on predomina el substrat rocós. Batimètricament se situen entre -2 i -24 m tot i que, generalment, no sobrepassen els 20 m de fondària. La majoria de vegades colonitzen substrats tous però no és rar trobar-los sobre roca on, en algun cas, formen herbeis bastant densos. Hom va escollir tres estacions de mostreig que corresponen a la cala Bona (estació 1, a $-2,5$ m), Illa de Tossa-dins (estació 2, a $-8,5$ m) i Illa de Tossa-fora (estació 3, a $-23,5$ m). L'herbei de cala Bona es localitza al fons de la cala i és constituït per petits agregats de *Posidonia* envoltats per sorra i petits blocs rocósos. L'estació 2 és situada dins la badia de Tossa on recobreix una petita extensió entre -7 i -9 m de fondària; és un herbei força malmès i entre els rizomes morts subsisteixen alguns nuclis de feixos en bon estat. Finalment, l'estació 3 es localitza a la part de fora de l'Illa de Tossa on es presenta de forma discontinua a les parts sorrenques situades entre les comunitats coralhígenes i precoralhígenes que són les dominants en fondàries superiors als 20 m; l'herbei és ben constituït però molt esclarissat (estadi 4 de la classificació de GIRAUD, 1977).

Estructura

El mostreig es realitzava per immersió amb escafandre autònom. Per a l'estudi estructural va utilitzar-se el mètode de les mostres en reticle (BALLESTEROS, 1986) adaptat a l'especial problemàtica que presenta l'herbei de *Posidonia*. Cada feix constituïa una submostra i es procurava que els 16 feixos que es recollien es disposessin en un reticulat de 4×4 . Acabada la recollecció es mesurava la superfície recollida, dins la qual se suposava una distribució uniforme dels feixos. Hom va agafar quatre mostres d'aquest tipus —una per cada estació de l'any— a l'estació 2.

Per a la separació i quantificació de les mostres hom va utilitzar la metodologia comentada a BALLESTEROS (1986). D'aquesta manera s'obtenia, per a cada inventari, una matriu de dades amb els valors de percentatge de recobriment de cada espècie a cada feix. A partir d'aquestes matrius van elaborar-se les corbes espècies/nombre de feixos, diversitat/nombre de feixos i índex de Kulczynski/nombre de feixos; posteriorment, es van calcular els següents paràmetres estructurals (vegeu BALLESTEROS, 1984, 1986):

- Percentatge de recobriment.
- Riquesa específica (R): nombre d'espècies corresponents al punt Calleja $5 \cdot 10^{-2}$.
- Distribució específica (k): valor del paràmetre k en l'ajust de la corba espècies/àrea a una equació semilogarítmica, expressable en forma potencial com

$$x = k \cdot e^{ay}$$

on y és el nombre d'espècies i x l'àrea en cm^2 .

- Punt Molinier 20/5 (BOUDOURESQUE & BELSHER, 1979; NÉDÉLEC, 1979).
- Diversitat específica (A): valor assimp tòtic de la diversitat en ajustar la corba diversitat/àrea a una equació de Michaelis-Menten.
- Paràmetre S : valor de superfície corresponent al punt Calleja $1 \cdot 10^{-3}$ en la corba diversitat/àrea ajustada a una equació de Michaelis-Menten. Aquest paràmetre, a més de proporcionar l'àrea per la qual la diversitat està pràcticament estabilitzada (àrea mínima es-

tructural; vegeu NIELL, 1974) és un bon estimador de la diversitat de motiu.

- Homogeneïtat quantitativa, calculada a partir de l'índex de Kulczynski, per a una mida de mostra de 8 feixos de *Posidonia*.

Dinàmica

L'estudi dinàmic va realitzar-se durant l'any 1983. Es recolliren mensualment 25 feixos de *Posidonia* a cada estació de mostreig. En el laboratori eren separats els peciols, les fulles i els epífits. La separació dels epífits es duia a terme amb una fulla d'afaitar i unes pinces. En un principi eren separats els zoopífits més evidents (alguns hidrozous i briozous, *Spirorbis*, *Botryllus*) i, posteriorment, els fitoepífits. És pesaven per separat els peciols, les fulles i els fitoepífits de cada feix. Els zoopífits s'agrupaven i es pesaven els de tota la mostra en conjunt. També es comptava la mitjana de fulles i es mesurava la biomassa de les inflorescències, si existien.

La biomassa màxima dels epífits no és una estima gaire bona de la seva producció a causa del continu recanvi de les poblacions que hi ha associat al recanvi de les fulles. És per això que hom ha efectuat dues estimes de producció. La primera s'ha fet tenint en compte els resultats d'OTT (1980) en un estudi sobre la dinàmica de les fulles d'un herbei de *P. oceanica* a les costes italianes. Hom ha considerat que les fulles aparegudes durant el mes de gener assolien llur màxim desenvolupament a la primavera, i esdevenien senescents a principis d'agost; la biomassa

màxima d'aquest període correspondrà a la producció primaveral. La producció estiuenca vindrà donada per la biomassa màxima del període agost-octubre. Finalment, hom ha equiparat la baixa producció tardorenca a la biomassa màxima del període novembre-gener i equival, bàsicament, a la producció de les corallinàcies. Un segon tipus d'estima pot fer-se a partir del cicle de biomassa (ROMERO, 1985).

La conversió dels valors de biomassa i producció per feix a biomassa i producció per metre quadrat s'ha realitzat calculant la densitat de feixos. Cal remarcar que la densitat estimada equival al grup de feixos mostrejat. La particular distribució de *Posidonia* a taques (GIRAUD, 1977) no permet extrapolar els valors així obtinguts a la totalitat de l'herbei.

Paral·lelament, hom va realitzar mesures de la transparència i la temperatura de l'aigua i del seu contingut en nutrients (BALLESTEROS, 1984), la qual cosa ha de permetre comparar i interpretar els resultats obtinguts.

RESULTATS

Estructura

La constitució específica de la comunitat de les fulles de *Posidonia* és la típica d'altres indrets de la Mediterrània i presenta un cicle estacional ben marcat (taula I). En general, hom observa tres situacions tipus. Durant la tardor i l'hivern, caigudes ja les fulles de *Posidonia* corresponents al cicle anual anterior, les algues dominants són les petites corallinàcies in-

TAULA I. Variació estacional en la composició específica de la comunitat de *Myrionema magnusii* (Giraudio-*Myrionemetum magnusii* Ben, 1971) de l'Illa de Tossa (estació 2). La quantificació s'expressa en percentatge de recobriment.

Seasonal variation in the species-composition of the *Myrionema magnusii*-community from Tossa's Island (station 2). Species abundance is expressed in percentage of leaf covering.

	300182	230482	250782	241082
<i>Fosliella lejolisii</i>	30,6	28,9	37,9	31,4
<i>Myrionema magnusii</i>	17,6	33,6	34,6	41,8
<i>Fosliella farinosa</i>	6,1	2,2	3,8	26,0
<i>Dermatolithon litorale</i>	0,2	1,8	2,5	0,6
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	0,1	0,1	1,5	0,1
<i>Audouinella daviesii</i>	1,5	0,6	0,1	0,1

TAULA I (cont.).

	300182	230482	250782	241082
<i>Chylocladia verticillata</i>	0,4	0,2	0,5	0,3
<i>Crouania attenuata</i>	0,1	0,2	0,7	0,1
<i>Ceramium strictum</i>	0,1	1,7	0,1	0,1
<i>Antithamnion cruciatum</i>	0,3	0,1	0,5	0,2
<i>Callithamnion byssoides</i>	0,1	1,9	0,1	0,1
<i>Dasya corymbifera</i>	0,1	0,1	1,1	0,1
<i>Polysiphonia</i> sp.	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Seirospora sphaerospora</i>	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Herposiphonia tenella</i>	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Goniotrichum alsidii</i>	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Herposiphonia tenella</i> v. <i>secunda</i>	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Falkenbergia rufolanosa</i> -stadio	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Lophosiphonia scopulorum</i>	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Enteromorpha multiramosa</i>	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Castagnea cylindrica</i> + <i>irregularis</i>	—	11,6	3,8	0,1
<i>Giraudia sphacelarioides</i>	—	8,4	2,4	0,1
<i>Giffordia mitchelliae</i>	0,1	5,5	0,1	—
<i>Rhodophyllis divaricata</i>	0,1	0,3	0,1	—
<i>Laurencia obtusa</i>	0,1	—	0,2	—
<i>Lomentaria ercegovicii</i>	—	0,2	0,1	0,1
<i>Dasyopsis spinella</i>	—	0,1	0,1	0,1
<i>Ceramium gracillimum</i> v. <i>byssoideum</i>	0,1	—	0,1	0,1
<i>Callithamnion tripinnatum</i>	0,1	0,1	0,1	—
<i>Phaeophila viridis</i>	0,1	—	0,1	0,1
<i>Goniotrichum cornu-cervi</i>	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Erythrotrichia carnea</i>	0,1	0,1	—	0,1
<i>Cladophora albida</i>	0,1	—	0,1	0,1
<i>Jania rubens</i>	0,1	0,1	—	0,1
<i>Laurencia</i> aff. <i>pinnatifida</i>	0,1	0,1	0,1	—
<i>Aphanocladia stichidiosa</i>	—	0,1	0,1	0,1
<i>Lyngbya sordida</i>	0,1	—	0,1	0,1
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	0,1	0,1	0,1	—
<i>Ceramium cingulatum</i>	0,1	—	0,1	0,1
<i>Feldmannia globifera</i>	—	4,8	0,2	—
<i>Dictyota dichotoma</i> + <i>linearis</i>	—	—	1,0	0,1
<i>Dasya punicea</i>	—	—	0,2	0,1
<i>Wrangelia penicillata</i>	—	—	0,1	0,1
<i>Antithamnion plumula</i> v. <i>crispum</i>	—	0,1	0,1	—
<i>Lyngbya meneghiana</i>	—	—	0,1	0,1
<i>Ulvella setchellii</i>	0,1	0,1	—	—
<i>Jania corniculata</i>	0,1	0,1	—	—
<i>Audouinella caespitosa</i>	0,1	0,1	—	—
<i>Chondria tenuissima</i>	—	—	0,1	0,1
<i>Seirospora interrupta</i>	0,1	0,1	—	—
Delesseriaceae jv. ind.	0,1	0,1	—	—
<i>Callithamniella tingitana</i>	0,1	—	0,1	—
<i>Calothrix confervicola</i>	0,1	—	0,1	—
<i>Callithamniae</i> jv. ind.	0,1	—	0,1	—
<i>Spermothamnion flabellatum</i>	0,1	0,1	—	—
<i>Plocamium cartilagineum</i>	0,1	0,1	—	—
<i>Cystoseira</i> sp.	—	0,1	0,1	—
<i>Cladophora</i> sp.	0,1	—	—	0,1
<i>Polysiphonia jurcellata</i>	0,1	—	0,1	—
<i>Aglaozonia parvula</i> -stadio	—	0,1	0,1	—
<i>Griffithsia</i> sp.	—	—	0,1	0,1
<i>Antithamnionella spirographidis</i>	0,1	0,1	—	—
<i>Phormidium fragile</i>	0,1	—	—	—
<i>Audouinella</i> cf. <i>humilis</i>	0,1	—	—	—

TAULA I (cont.).

	300182	230482	250782	241082
<i>Compsothamnion thuyoides</i>	0,1	—	—	—
Ectocarpaceae jv. ind.	0,1	—	—	—
Dasyaceae jv. ind.	0,1	—	—	—
<i>Antithamnion tenuissimum</i>	0,1	—	—	—
<i>Erythrocladia subintegra</i>	0,1	—	—	—
<i>Chaetomorpha capillaris</i>	0,1	—	—	—
<i>Fosliella</i> sp.	0,1	—	—	—
<i>Trailliella intricata</i> -stadio	0,1	—	—	—
<i>Ptilothamnion pluma</i>	0,1	—	—	—
<i>Halopteris filicina</i>	0,1	—	—	—
<i>Cladophora hutchinsiae</i>	0,1	—	—	—
<i>Dasya</i> sp. jv.	0,1	—	—	—
Bryopsidaceae jv. ind.	0,1	—	—	—
Gelidiaceae jv. ind.	0,1	—	—	—
<i>Ectocarpus siliculosus</i> v. <i>confervoides</i>	—	9,3	—	—
<i>Antithamnion plumula</i> v. <i>bebbii</i>	—	0,4	—	—
<i>Ulva rotundata</i>	—	0,3	—	—
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	—	0,1	—	—
<i>Cutleria adpersa</i>	—	0,1	—	—
<i>Ceramium rubrum</i>	—	0,1	—	—
<i>Callithamnion tetragonum</i>	—	0,1	—	—
Cladophoraceae ind.	—	0,1	—	—
<i>Halopteris scoparia</i>	—	0,1	—	—
<i>Porphyra</i> sp.	—	0,1	—	—
<i>Ulothrix</i> sp.	—	0,1	—	—
<i>Enteromorpha compressa</i>	—	0,1	—	—
<i>Dasyopsis plana</i>	—	0,1	—	—
<i>Cutleria monoica</i>	—	0,1	—	—
<i>Compsothamnion thuyoides</i>	—	0,1	—	—
<i>Halarachnion ligulatum</i> jv.	—	0,1	—	—
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	—	0,1	—	—
<i>Elachista</i> sp.	—	0,1	—	—
<i>Cladostephus hirsutus</i>	—	—	0,1	—
<i>Myriactula gracilis</i>	—	—	0,1	—
<i>Colpomenia sinuosa</i>	—	—	0,1	—
<i>Monosporus pedicellatus</i> v. <i>tenuis</i>	—	—	0,1	—
<i>Lyngbya aestuarii</i>	—	—	0,1	—
<i>Lyngbya holdenii</i>	—	—	0,1	—
<i>Griffithsia barbata</i>	—	—	0,1	—
<i>Lophosiphonia reptabunda</i>	—	—	0,1	—
<i>Cladophora vagabunda</i>	—	—	0,1	—
<i>Padina payonica</i>	—	—	0,1	—
<i>Sphacelaria fusca</i>	—	—	0,1	—
<i>Myriactula stellulata</i>	—	—	0,1	—
<i>Nithophyllum micropunctatum</i>	—	—	0,1	—
<i>Bryopsis plumosa</i>	—	—	0,1	—
<i>Ceramium codii</i>	—	—	0,1	—
<i>Compsothamnion gracillimum</i>	—	—	0,1	—
<i>Chaetomorpha aerea</i>	—	—	0,1	—
<i>Ceramium ciliatum</i> v. <i>robustum</i>	—	—	0,1	—
<i>Sphacelaria tribuloides</i>	—	—	0,1	—
<i>Pringsheimiella scutata</i>	—	—	0,1	—
<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	—	—	0,1	—
<i>Lomentaria chylocladiella</i>	—	—	0,1	—
<i>Chaetomorpha</i> sp.	—	—	0,1	—
<i>Monosporus pedicellatus</i>	—	—	—	0,1
<i>Spermothamnion repens</i> v. <i>turneri</i>	—	—	—	0,1
<i>Hydrocoleum lyngbyaceum</i>	—	—	—	0,1

crustants del gènere *Fosliella* i la feofícia *Myrionema magnusii*; no hi ha, pràcticament, espècies erectes ni pulvinulars. En arribar la primavera apareixen un gran nombre de petites feofícies, en particular *Castagnea cylindrica* i *C. irregularis*, *Giraudia sphacelarioides*, *Giffordia mitchelliae*, *Ectocarpus siliculosus* v. *confervoides* i *Feldmannia globifera*, que creixen gairebé sempre sobre *Myrionema magnusii*; també és especialment comuna la rodofícia *Ceramium strictum*. La tercera situació es presenta durant l'estiu i és el resultat de la degradació de la comunitat primaveral; es caracteritza per l'aparició de nombroses espècies d'algues oportunistes que, en alguna ocasió, poden presentar recobriments importants.

La corba espècies/nombre de feixos es representa a la figura 2. La riquesa específica de la comunitat d'epífits de les fulles de *Posidonia* és, a l'estació mostreja-

TAULA II. Variació estacional dels paràmetres k , R i $M20/5$ a la comunitat de *Myrionema magnusii* de l'Illa de Tossa (estació 2). Hom indica, també, el coeficient de correlació entre la corba experimental i l'ajustada. Seasonal variation in the k , R and $M20/5$ parameters in the *Myrionema magnusii*-community from Tossa's Island (station 2). Correlation coefficients between experimental and fitted curves are shown.

Data	k	R	$M20/5$	r^2
300182	4.463	77,4	171	0,996
230482	1.388	75,8	54	0,992
250782	1.676	83,1	65	0,992
241082	3.979	46,0	153	0,996

lògic en una comunitat tan miniaturitzada com aquesta. La distribució específica és màxima a la tardor i a l'hivern, quan les espècies característiques de la comunitat són absents i l'heterogeneïtat qualitativa entre els diferents feixos és màxima; l'àrea mínima específica reflecteix aquestes particularitats (taula II) i oscilla entre 50 i 180 cm² (5 a 17 feixos).

La variació del recobriment té també un comportament lògic. Durant la tardor és relativament elevat ja que, malgrat haver-hi pocs epífits, les fulles són molt curtes i el percentatge de recobriment es veu així augmentat. A principis d'hivern les fulles tenen un creixement notable, amb una productivitat màxima (ROMERO, 1985) i s'observa una forta disminució de la cobertura epifítica. A la primavera l'aparició en massa de feòfits és ben palesa. Durant l'estiu, el recobriment disminueix de nou.

La corba diversitat/nombre de feixos es representa a la figura 3. La diversitat específica (taula III) oscilla entre 1,7 i 3,2 bits/individ., essent màxima a la primavera, quan la comunitat està més ben desenvolupada, i mínima a la tardor i a l'hivern quan dominen les corallinàcies incrustants. La diversitat-beta, estimada a partir del paràmetre S , és màxima a l'hivern i disminueix durant la successió. L'estabilització de les corbes es produeix, com indica el paràmetre S , per a superfícies de 35 a 70 cm², corresponents a 3-7 feixos de *Posidonia*. L'homogeneïtat de la comunitat és molt elevada (0,9 per 8 feixos) i pràcticament s'estabilitza per a superfícies de 60 cm² (6 feixos, $K = 0,85-0,92$) (fig. 4).

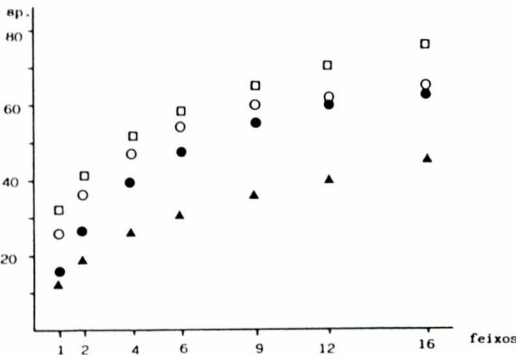


FIG. 2. Corba espècies/nombre de feixos a la comunitat d'epífits de les fulles de *Posidonia oceanica* (Illa de Tossa). Les diferents recolleccions es representen amb símbols diferents: hivern (rodones negres), primavera (rodones blanques), estiu (quadrats) i tardor (triangles). Species/number of shoots curve in the leaf-epiphytic community of *Posidonia oceanica* (Tossa's Island). Different samples are figured with different symbols: winter (black circles), spring (white circles), summer (quadrats) and autumn (triangles).

da, bastant considerable. Els valors de R se situen entre 45 i 85 (taula II), essent màxims a l'estiu, abans de la caiguda de les fulles, i mínims després dels temporals de tardor, quan la biomassa de les fulles de *Posidonia* és menor. La distribució de les espècies en l'espai és molt concentrada (valors de k entre 1 i 5), com és

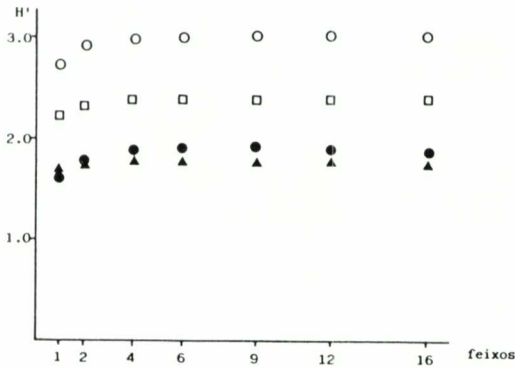


FIG. 3. Corba diversitat/nombre de feixos a la comunitat de les fulles de *Posidonia oceanica* (Illa de Tossa). Simbols com a la figura 2. Diversity/number of shoots curve in the leaf-epiphytic community of *Posidonia oceanica* (Tossa's Island). Symbols as in figure 2.

TAULA III. Variació estacional del percentatge de recobriment (% rec), la diversitat específica (*A*), el paràmetre *S* i l'índex de Kulczynski (*K*) a la comunitat de *Myrionema magnusii* de l'Illa de Tossa (estació 2). Hom indica, també, el coeficient de correlació entre la corba experimental i l'ajustada.

Seasonal variation in the covering percentage (% rec), species-diversity (*A*), the parameter *S*, and the Kulczynski's index (*K*) in the *Myrionema magnusii*-community from Tossa's Island (station 2). Correlation coefficients between experimental and fitted curves are shown.

Data	% rec	<i>A</i>	<i>S</i>	r^2	<i>K</i>
300182	58,2	1,95	62	0,956	0,90
230482	113,9	3,13	47	0,998	0,88
250782	93,2	2,41	47	0,998	0,93
241082	101,2	1,76	37	0,980	0,94

La recollecció i estudi de 8 feixos de *Posidonia* dona una bona idea de l'estructura de la seva comunitat epifítica. Per a obtenir una bona representació de les espècies presents és preferible recollir 16 feixos (o, a l'estació mostrejada, una àrea de 170 cm²).

Dinàmica

1) Herbei de cala Bona (estació 1, — 2,5 m) (taula IV, fig. 5).

Durant l'hivern les fulles de *Posidonia* són curtes però mantenen un ritme de creixement elevat. Els fitoepífits són es-

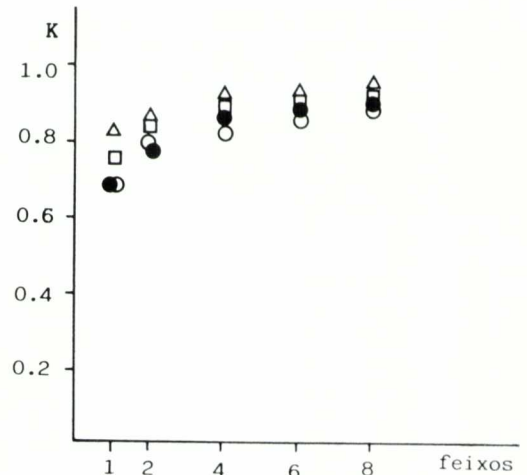


FIG. 4. Corba índex de Kulczynski/nombre de feixos a la comunitat de les fulles de *Posidonia oceanica* (Illa de Tossa). Simbols com a la figura 2. Kulczynski index/number of shoots curve in the leaf-epiphytic community of *Posidonia oceanica* (Tossa's Island). Symbols as in figure 2.

cassos però augmenten durant l'hivern a causa del seu propi creixement i de la creació de nou substrat disponible. Els zooepífits són també poc abundants i hi domina *Electra posidoniae*. A finals de març *Myrionema magnusii* ha assolit un desenvolupament considerable i apareix la típica comunitat de feòfits primaverals amb *Giraudia*, *Castagnea* i *Myriactula*. El mes de maig la biomassa de fitoepífits aconseguix el seu valor màxim (400 g ps/m²) coincidint amb el màxim desenvolupament dels feòfits a les parts mitjanes de les fulles i amb la implantació d'ulvàcies a les parts apicals. Els zooepífits continuen essent poc abundants. El mes de juny les parts apicals de les fulles es recobreixen d'*Ulva*, *Enteromorpha* i *Sphacelaria*; la comunitat de feòfits desapareix progressivament. Ja no es produeix la fixació de plàntules de *Giraudia* o *Castagnea* a les porcions recents de les fulles de *Posidonia*, de tal manera que la dominància dels feòfits queda progressivament desplaçada cap a les parts apicals i les fulles externes. Aquesta manca de colonització algal és aprofitada pels zooepífits, els quals colonitzen les parts basals de les fulles, principalment briozous (*Electra posidoniae*, *Lichenophora radia-*

TAULA IV. Cicle de biomassa (g ps/feix, a dalt) i desviació típica corregida (a baix) dels diferents compartiments de l'herbei de *Posidonia oceanica* de Cala Bona (estació 1). Hom indica, també, la relació biomassa de fitoepífits/biomassa de fulles, la mitjana de fulles per feix, l'àrea recollida i dues estimes de producció primària (vegeu comentaris en el text).
 Biomass cycle (g dw/shoot, upper number), with the standard deviation (lower number), of different parts of the *Posidonia oceanica* beds from Cala Bona (station 1). Phytoepiphytes/*Posidonia* leaves biomass ratio, the mean number of leaves per shoot, sampling area and two estimates of the epiphytes primary production are also indicated.

	280183	040383	040483	060583	300583	030783	020883	020983	011083	281083	251183	231283	280184
Bases	0,152 0,035	0,135 0,053	0,148 0,065	0,088 0,047	0,152 0,056	0,145 0,049	0,183 0,046	0,224 0,058	0,212 0,084	0,193 0,073	0,130 0,038	0,160 0,051	0,160 0,062
Fulles	0,532 0,152	0,656 0,222	0,804 0,266	0,665 0,293	0,847 0,248	0,786 0,266	0,635 0,207	0,511 0,179	0,322 0,140	0,278 0,137	0,301 0,132	0,365 0,097	0,563 0,197
Inflorescències	0,060 0,129	—	—	—	—	—	—	0,066 0,013	0,236 0,041	0,308 0,033	0,222 0,032	0,190 0,108	0,274 0,187
Fitoepífits	0,062 0,031	0,127 0,058	0,231 0,106	0,417 0,271	0,219 0,101	0,165 0,130	0,046 0,038	0,060 0,046	0,071 0,101	0,025 0,035	0,012 0,023	0,015 0,010	0,083 0,046
Zooepífits	0,006	0,009	0,014	0,006	0,014	0,086	0,133	0,135	0,042	0,013	0,009	0,013	0,005
Fitoepífits/fulles	0,112 0,048	0,182 0,055	0,282 0,064	0,579 0,265	0,266 0,122	0,188 0,120	0,069 0,048	0,066 0,013	0,112 0,087	0,066 0,079	0,037 0,065	0,039 0,020	0,142 0,069
Mitjana de fulles	5,5 0,9	4,7 1,0	4,8 1,4	4,3 0,9	3,8 0,8	3,6 0,8	3,4 0,6	4,0 0,9	5,1 1,3	6,1 1,5	6,5 1,2	6,7 1,3	6,7 1,9
Superfície (cm ²)	300	250	200	180	250	220	360	250	200	300	400	240	225

Producció primària comunitat (mètode 1): 68,6 g C/m² any (434,3 g ps/m² any)
 Producció primària comunitat (mètode 2): 54,2 g C/m² any (549,9 g ps/m² any)

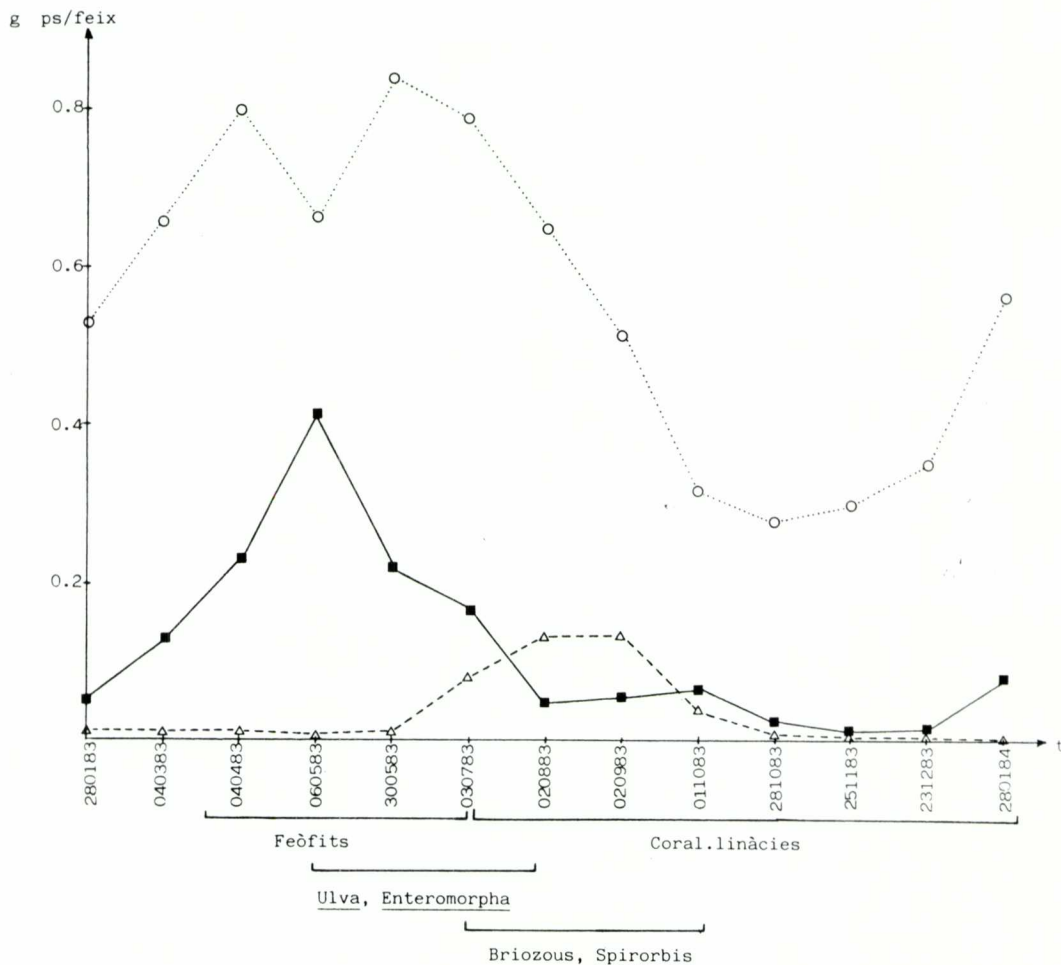


FIG. 5. Cicle de biomassa (expressada en g ps/feix) dels fitoepífits (quadrats), els zoepífits (triangles) i les fulles de *Posidonia* (rodones) a l'herbei de Cala Bona (estació 1) durant l'any 1983. Seasonal changes in biomass (g dw/shoot) of leaf-phytoepiphytes (quadrats), leaf-zoepiphytes (triangles) and leaves (circles) of the *Posidonia oceanica* meadow in Cala Bona (station 1) during 1983.

ta, *Fenestrulina joannae*) i *Spirorbis* sp. Aquesta tendència es manté durant el mes de juliol, i a l'agost ja no s'observa cap fulla amb *Castagnea* o *Giraudia*. La comunitat passa a ser dominada pels briozous i les *Fosliella*. S'observa també l'aparició de nombroses fulles joves de *Posidonia*. El mes de setembre, coincidint amb la floració de les *Posidonia*, apareix alguna petita ceramiàcia (*Crouania*) que colonitza les fulles senescentes. Durant el mes d'octubre abunden ja les fulles joves de *Posidonia* desproveïdes d'epífits. Aquests es concentren a les fulles externes on hi ha poblacions de corallinàcies incrustants

i alguns tallus de *Myrionema*; aquest període de canvi (octubre-novembre) comporta una gran heterogeneïtat entre els feixos, la qual queda reflectida en l'elevada variància de la biomassa per feix. Els temporals d'octubre i de novembre fan caure totes les fulles senescentes i l'herbei queda molt esclarissat. Les *Posidonia* tenen nombroses fulles, petites i d'un color verd intens. Els epífits són poc abundants (12 g ps/m²) i es limiten a algunes *Fosliella* i *Electra posidoniae*.

2) Herbei de l'Illa de Tossa (estació 2, — 8,5 m) (taula V, fig. 6).

Durant l'hivern les fulles de *Posidonia*

TAULA V. Cicle de biomassa (g ps/feix; a dalt) i desviació típica corregida (a baix) dels diferents compartiments de l'herbei de *Posidonia oceanica* de l'illa de Tossa (estació 2). Hom indica, també, la relació biomassa de fitoepífits/biomassa de fulles, la mitjana de fulles per feix, l'àrea recollida i dues estimes de producció primària.
 Biomass cycle (g dw/shoot, upper number), with the standard deviation (lower number), of different parts of the *Posidonia oceanica* bed from Tossa's Island (station 2). Phytophrytes/*Posidonia* leaves biomass ratio, the mean number of leaves per shoot, sampling area and two estimates of the epiphytes primary production are also indicated.

	270183	030383	020483	110583	030683	020783	010883	310883	021083	301083	241183	241283	270184
Bases	0,115 0,049	0,055 0,027	0,084 0,035	0,113 0,040	0,140 0,067	0,137 0,062	0,222 0,049	0,167 0,061	0,194 0,045	0,111 0,041	0,095 0,035	0,115 0,030	0,132 0,044
Fulles	0,313 0,111	0,250 0,092	0,368 0,135	0,635 0,177	0,634 0,230	0,643 0,270	1,026 0,216	0,660 0,247	0,367 0,085	0,262 0,087	0,222 0,061	0,333 0,093	0,436 0,128
Fitoepífits	0,026 0,023	0,055 0,025	0,064 0,041	0,288 0,127	0,270 0,157	0,465 0,266	0,493 0,174	0,281 0,145	0,092 0,035	0,083 0,037	0,040 0,022	0,026 0,011	0,043 0,019
Zooepífits	0,020	0,025	0,070	0,172	0,094	0,050	0,188	0,118	0,043	0,015	0,011	0,053	0,078
Fitoepífits/fulles	0,062 0,039	0,219 0,067	0,169 0,081	0,440 0,118	0,407 0,152	0,698 0,277	0,474 0,124	0,405 0,109	0,253 0,093	0,319 0,124	0,181 0,076	0,078 0,032	0,096 0,030
Mitjana de fulles	7,1 2,4	5,2 1,1	5,4 1,4	5,2 0,6	5,5 1,9	5,6 1,4	5,5 0,8	4,3 1,1	5,7 0,9	6,1 1,2	5,8 0,8	6,1 0,8	6,7 1,0
Superfície (cm ²)	290	200	260	360	350	210	225	220	225	240	280	250	310

Producció primària comunitària (mètode 1): 83,2 g C/m² any (596,6 g ps/m² any)
 Producció primària comunitària (mètode 2): 66,6 g C/m² any (476,9 g ps/m² any)

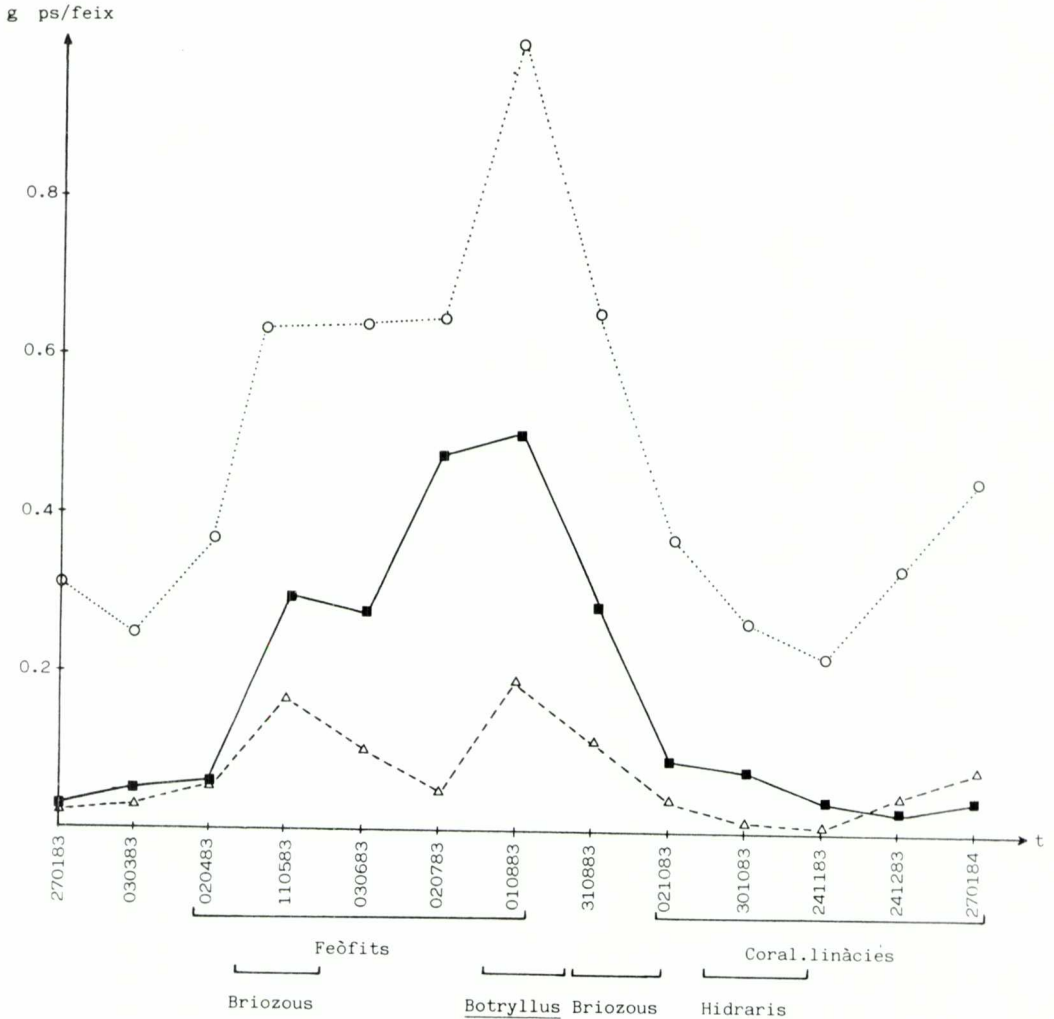


FIG. 6. Cicle de biomassa (g ps/feix) dels fitoepífits, els zoepífits i les fulles de *Posidonia* a l'herbei de l'Illa de Tossa-dins (estació 2) durant l'any 1983. Símbols com a la figura 5.
Seasonal changes in biomass (g dw/shoot) of leaf-phytoepiphytes, leaf-zoepiphytes and leaves of the *Posidonia oceanica* meadow in Tossa's Island-in (station 2) during 1983. Symbols as in figure 5.

estan recobertes per nombroses corallinàcies i alguns tallus de *Myrionema*. No és pas estrany de trobar-hi *Falkenbergia rufo-lanosa*-stadio o *Callithamnion tripinatum* a les parts apicals i als marges de les fulles. Els zoepífits són poc abundants. Durant el mes d'abril s'observa un intens creixement de *Posidonia* acompanyat del desenvolupament del poblament de feòfits primaverals i el creixement de nombrosos briozous. La comunitat típica es manté durant tota la primavera, i es desplaça cap a les parts apicals i les fulles exter-

nes a principis d'estiu. A finals de juliol les fulles i els epífits assoleixen llur biomassa màxima (470 g ps/m² de fitoepífits). La comunitat primaveral es localitza llavors a les parts apicals. Els zoepífits són representats per *Botryllus* sp.; hi ha poca hidraris i briozous. Durant el mes de setembre desapareixen les *Giraudia* i les *Castagnea* i passen a dominar les corallinàcies incrustants, alguna ceramiàcia i *Plocamium*. A la tardor s'atenyen els valors mínims de biomassa de tots els compartiments (biomassa de fitoepífits, 2,5 g

ps/m²) coincidint amb la pèrdua de les fulles senescents. Les fulles noves fan la seva aparició i es converteixen en un substrat adequat per a la fixació de les *Fosliella*, les quals són les responsables de l'augment de biomassa dels fitoepífits en apropar-se l'hivern.

3) Herbei de l'Illa de Tossa (estació 3, — 23,5 m) (taula VI, fig. 7).

Durant l'hivern les fulles estan pràcticament desproveïdes de fitoepífits si hom exceptua algunes *Fosliella* i algun rodòfit esciòfil. Els zoopífits són relativament abundants (*Sertularia perpusilla*, *Electra posidoniae*). Durant la primavera s'observa un augment de fitoepífits i de zoopífits, quantitativament molt més important que el creixement de les fulles (en valors relatius). La comunitat de feòfits de primavera és poc desenvolupada i les poques *Giraudia* i *Castagnea* que apareixen ho fan a finals de primavera (juny). Les *Fosliella* continuen essent les espècies més abundants, assolint un màxim de biomassa a finals d'agost (80 g ps/m²). En aquesta època els zoopífits presenten també la màxima biomassa (25 g ps/m²) la qual correspon, principalment, a briozous (*Fenestrulina joannae*). Durant tota la tardor les poblacions de fitoepífits van quedant relegades a les parts apicals i externes de les fulles. Els temporals fan caure la majoria de fulles senescents i les poblacions de fitoepífits es redueixen a *Fosliella* i alguna ceramiàcia (*Crouania*). Els zoopífits són escassos per la caiguda de les fulles. *Sertularia perpusilla* és l'hidrari més abundant.

DISCUSSIO

Les dades florístiques que hom presenta reafirmen la individualitat del poblament de les fulles de *Posidonia oceanica* enfront de la resta de comunitats als gals mediterrànies. Hi ha un nucli d'espècies que es presenten regularment sobre aquest substrat i que poden considerar-se com a espècies característiques en el sentit de l'escola sigmatista. Pel que fa a la composició específica, les nostres observacions no difereixen, pràcticament, de les fetes per altres autors a d'altres indrets de la Mediterrània (BEN, 1971; PANAYOTIDIS, 1980; BATTIATO *et al.*, 1982), confirmant-se, així, l'homogeneïtat geogràfica d'a-

quests poblaments. El cicle general dels epífits està també d'acord amb els estudis anteriors.

En l'estudi estructural s'observa, en general, un augment en el nombre d'espècies i una disminució de la distribució específica i de la diversitat-beta des de la tardor fins a l'estiu. Aquest darrer fet podria resultar sorprenent ja que, en teoria ecològica, la complexitat estructural té tendència a augmentar al llarg de la successió (MARGALEF, 1974, 1981). El que cal tenir en compte, però, és que la diversitat de motiu no és, en aquest cas, un indicador de l'estructuració en el sentit global d'aquesta paraula, ja que el paràmetre S mesura només l'heterogeneïtat entre els diferents feixos i no diu res sobre la pauta en la distribució de les espècies sobre els feixos. El comportament de la diversitat-beta informa, doncs, de l'existència d'una primera fase (colonització) on els diversos feixos tenen una constitució diferent (model de pre-ocupació de nínxol, segons WHITTAKER, 1975) i, posteriorment, hi ha una fase de canalització en la qual els diferents feixos convergeixen en la seva constitució qualitativa i quantitativa, provocant, per tant, un augment de l'homogeneïtat entre-feixos. A causa de l'extremada miniaturització de la comunitat és evident que són necessaris estudis més detallats dins de cada feix per a constatar la creació del motiu a petita escala.

Els valors d'àrea mínima qualitativa i quantitativa que hom ha obtingut són molt semblants als obtinguts per PANAYOTIDIS (1980), malgrat que la metodologia utilitzada sigui diferent. Aquest autor proposa una àrea mínima quantitativa de 3 feixos (aproximadament 45 cm²) i una àrea mínima qualitativa de 6 a 14 feixos (60 a 200 cm²). Els valors obtinguts per nosaltres són de 37 a 62 cm² (4 a 6 feixos) per l'àrea mínima quantitativa i de 54 a 171 cm² (5 a 16 feixos) per l'àrea mínima qualitativa. D'altra banda, els valors de diversitat-alfa que troba PANAYOTIDIS (1980) són també comparables als nostres, però aquest autor no troba cap variació estacional. Cal remarcar, però, el poc valor de la diversitat-alfa, com a estimador de l'estructuració en comunitats bentòniques (BALLESTEROS, 1984, 1986).

La comparació dels paràmetres estructurals estudiats amb els obtinguts a d'altres comunitats infralitorals de distribució batimètrica semblant posen de mani-

TAULA VI. Cicle de biomassa (g ps/feix; a dalt) i desviació típica corregida (a baix) dels diferents compartiments de l'herbei de *Posidonia oceanica* de l'Illa de Tossa (estació 3). Hom indica, també, la relació biomassa de fitoepífits/biomassa de fulles, la mitjana de fulles per feix, l'àrea recollida i dues estimes de producció primària. Biomass cycle (g dw/shoot, upper number), with the standard deviation (lower number), of different parts of the *Posidonia oceanica* bed from Tossa's Island (station 3). Phytophlytes/*Posidonia* leaves biomass ratio, the mean number of leaves per shoot, sampling area and two estimates of the epiphytes primary production are also indicated.

	270183	020383	010483	100583	030683	020783	010883	310883	021083	301083	241183	241283	260184
Bases	0,071 0,039	0,072 0,034	0,107 0,042	0,089 0,041	0,094 0,033	0,154 0,061	0,176 0,066	0,186 0,055	0,180 0,071	0,088 0,037	0,104 0,031	0,101 0,033	0,112 0,032
Fulles	0,301 0,130	0,320 0,159	0,615 0,223	0,450 0,189	0,572 0,207	0,752 0,277	0,762 0,252	0,777 0,180	0,434 0,145	0,178 0,089	0,195 0,064	0,197 0,051	0,353 0,083
Inflorescències	—	—	—	—	—	—	—	—	0,132 0,012	—	0,166 0,030	—	—
Fitoepífits	0,004 0,003	0,007 0,006	0,053 0,025	0,146 0,079	0,212 0,107	0,249 0,129	0,224 0,124	0,334 0,142	0,140 0,060	0,069 0,044	0,016 0,014	0,007 0,007	0,005 0,007
Zooepífits	0,025	0,036	0,075	0,086	0,087	0,049	0,093	0,112	0,065	0,014	0,008	0,012	0,024
Fitoepífits/fulles	0,020 0,024	0,027 0,031	0,084 0,025	0,319 0,088	0,360 0,104	0,313 0,085	0,280 0,089	0,423 0,108	0,323 0,098	0,417 0,301	0,076 0,052	0,032 0,025	0,016 0,022
Mitjana de fulles	5,3 1,0	5,8 1,3	5,7 0,9	4,8 0,9	4,8 0,9	5,1 0,9	4,6 1,0	4,3 0,8	4,2 1,0	4,4 1,1	5,8 0,9	6,8 1,0	6,9 0,8
Superfície (cm ²)	750	1.700	750	950	800	900	1.000	1.600	900	660	800	1.380	1.000

Producció primària comunitat (mètode 1): 12,3 g C/m² any (100,4 g ps/m² any)
 Producció primària comunitat (mètode 2): 10,7 g C/m² any (87,3 g ps/m² any)

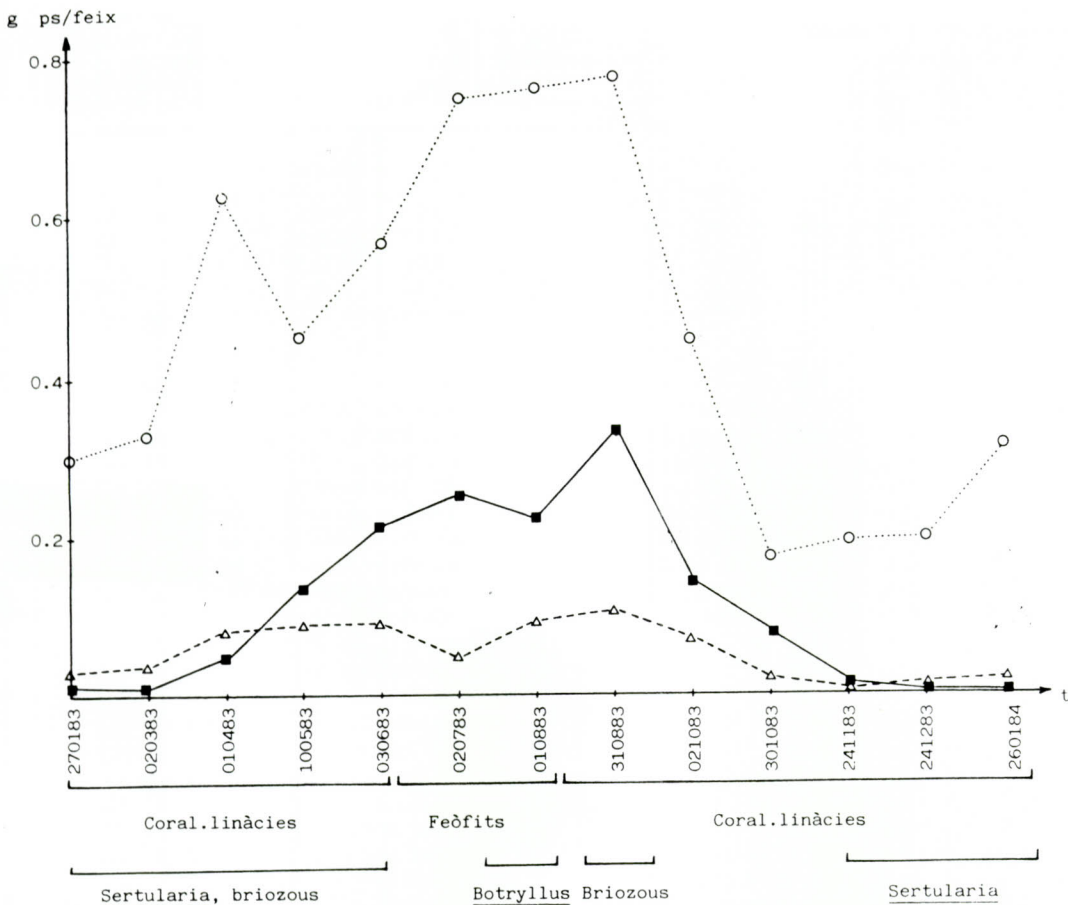


FIG. 7. Cicle de biomassa (g ps/feix) dels fitoepífits, els zooepífits i les fulles de *Posidonia* a l'herbei de l'Illa de Tossa-fora (estació 3) durant l'any 1983. Símbols com a la figura 5.
Seasonal changes in biomass (g dw/shoot) of leaf-phytoepiphytes, leaf-zooepiphytes and leaves of the *Posidonia oceanica* meadow in Tossa's Island-out (station 3) during 1983. Symbols as in figure 5.

fest la gran miniaturització, la poca estructuració i la gran homogeneïtat dels poblaments fitoepífits de les fulles de *Posidonia* (taula VII). S'ha de remarcar, però, el fet que es tracta d'una comunitat epifítica, la qual no és plenament comparable a una comunitat d'algues fotòfiles sobre substrat rocós.

En l'estudi dinàmic, la comparació de les comunitats d'epífits de les tres estacions permet d'extreure algunes conclusions interessants. La comunitat primaveral típica es presenta només als herbeis situats a la zona infralitoral; els feòfits que la caracteritzen són espècies fotòfiles que tenen un escàs desenvolupament

als herbeis profunds. L'herbei de l'estació 3 se situa batimètricament dins del domini de la zona circalitoral; la comunitat fitoepifítica és molt pobra qualitativament i quantitativa i es redueix a les petites corallinàcies incrustants. La contribució de *Myrionema magnusii*, *Giraudia sphacelarioides* i *Castagnea* a la biomassa total és molt escassa.

Els valors de biomassa de les fulles i els fitoepífits depenen de la fondària però no estan en relació directa amb ella. Els herbeis de cala Bona i l'Illa de Tossa-dins tenen un màxim de biomassa semblant, situat entre 800 i 1.000 g ps/m² (fulles) i 400-500 g ps/m² (fitoepífits). Aquests va-

TAULA VII. Valors mitjans de la riquesa específica, la distribució específica, el percentatge de recobriment i la diversitat-alfa i beta a la comunitat d'epífits de *Posidonia oceanica* i a d'altres comunitats pròpies de la zona infralitoral. Dades de BALLESTEROS (1984).
Mean values of the species richness, species distribution, covering percentage, and alpha and beta diversity in the *Myrionema magnusii*-community and other infralittoral mediterranean communities. Data from BALLESTEROS (1984).

Comunitat	R	k	% rec	A _r	S _r
Epífits de <i>Posidonia</i>	70,6	2,9	91,6	2,3	54
<i>Cystoseira caespitosa</i>	91,7	9,4	430,7	3,5	186
<i>Halopteris scoparia</i>	90,1	8,0	375,8	3,4	177
<i>Codium vermilara</i>	105,7	11,7	304,9	3,9	246

lors són lleugerament superiors a l'Illa a causa de la major persistència de les fulles en els feixos (taules IV i V). L'herbei de l'Illa de Tossa-ora, en canvi, té unes biomasses màximes molt inferiors (200 g ps/m² de fulles i 80 g ps/m² de fitoepífits). Aquests valors, situats entre els 0,8 i 1,0 g ps/feix, són plenament comparables als trobats per d'altres autors en herbeis estudiats a diferents indrets de la conca mediterrània (vegeu, per exemple, OTT, 1980; THELIN & BEDHOMME, 1983; MAZZELLA & OTT, 1984 i ROMERO, 1985).

Els cicles de biomassa de les tres estacions mostrejades estan desplaçats en el temps. Els màxims de biomassa de fulles i de fitoepífits s'observen el mes de maig (cala Bona), de juliol (Illa-dins) i d'agost (Illa-ora). Els mínims de biomassa de les fulles coincideixen (novembre) però els mínims de biomassa dels fitoepífits s'obtenen el novembre (cala Bona), el desembre (Illa-dins) o el gener (Illa-ora). El màxim desenvolupament dels feòfits primaverals es presenta a principis de maig (cala Bona), mitjans de juny (Illa-dins) o principis de juliol (Illa-ora) (observacions no quantificades). Aquest desplaçament en la dinàmica de les fulles i els fitoepífits de *Posidonia* situats a diferents fondàries ja ha estat descrit per MAZZELLA & OTT (1984), CINELLI *et al.* (1984) i PIRC (1984). És interessant remarcar, però, l'absència d'aquest desplaçament en la població zooepifítica. Segons aquests autors el desplaçament temporal que hi ha entre les estacions situades a diferents fondàries es deu a la temperatura i a la llum (PIRC, 1984) i també a les diferències en l'hidrodinamisme (MAZZELLA & OTT, 1984). A part d'això, segons ROMERO (1985), el ritme endogen de *Posidonia* ha estat originat per la particular disponibilitat estacional de

nutrients que hi ha a les aigües costaneres de la Mediterrània. Nosaltres mateixos (BALLESTEROS, 1984) vàrem obtenir dades de llum, temperatura i nutrients durant l'any 1983 a diferents fondàries. S'observa com les condicions ambientals corresponents als màxims de biomassa o de desenvolupament dels feòfits primaverals no són idèntiques. Les irradiàncies per les quals es donen els màxims de biomassa no coincideixen (77 cal-g/cm² dia el mes de maig a cala Bona; 39 cal-g/cm² dia el mes de juliol a l'Illa-dins; 8 cal-g/cm² dia el mes d'agost a l'Illa-ora). La temperatura de l'aigua tampoc no és la mateixa (15 °C durant el mes de maig a cala Bona; 21,5 °C durant el mes de juliol a l'Illa-dins; 20,5 °C durant el mes d'agost a l'Illa-ora). D'altra banda, els nitrats i nitrits desapareixen a principis de maig a cala Bona, mentre que són apreciables (concentracions de 0,1 micromols/l) durant l'estiu a l'estació de fondària. BALLESTEROS (1984) observa com el desplaçament de la producció (i dels màxims de biomassa) en el temps en augmentar la fondària és quelcom generalitzat a les comunitats fitobentòniques mediterrànies i ho interpreta com una adaptació de les diferents espècies i comunitats orientada a acoblar llur cicle vital al cicle estacional del factor o factors que limiten el seu creixement, els quals acostumen a ser la irradiància (comunitats circalitorals) i la disponibilitat de nutrients (comunitats infralitorals). El cicle vital de determinades espècies pot desplaçar-se en el temps de tal manera que la fixació i/o el desenvolupament o creixement es produeixi quan les condicions ambientals (regides pel binomi llum-nutrients) sigui versemblantment òptima (BALLESTEROS, 1984). Aquesta hipòtesi és només aplicable com un suggeriment en

el cas de la dinàmica de *Posidonia oceanica* i els seus epífits a causa de la capacitat de *Posidonia* d'extreure nutrients del sediment mitjançant l'absorció radicular (DELGADO, 1985) i a les complexes relacions entre les fanerògames i els seus epífits (vegeu, per exemple, FRESI & SAGGIOMO, 1980; LIBES, 1984; ORTH & MONTFRANS, 1984). D'altra banda, aquesta hipòtesi pot quedar inclosa sense cap inconvenient en el model sobre la dinàmica de *Posidonia* postulat per ROMERO (1985).

Les estimes de producció (per m² de fons) de la comunitat epifítica oscil·len entre uns 70 g C/m² any (0,2 g C/m² dia) en els herbeis superficials i uns 12 g C/m² any (0,03 g C/m² dia) a l'herbei profund. Aquests valors són, necessàriament, subestimes de la producció primària real a causa de la ràpida taxa de renovació dels epífits, algues típicament oportunistes, i són del mateix ordre que els estimats per ROMERO (1985) a l'herbei de les illes Medes (20-40 g C/m² any), però inferiors als estimats utilitzant mètodes fisiològics (70 a 400 g C/m² any) (MAZZELLA & ÖTT, 1984; LIBES, 1984) (vegeu discussió a BALLESTEROS, 1984 i PLANTE-CUNY & LIBES, 1984). Comparada amb la producció de *Posidonia*, la producció dels epífits representa entre un 10 i un 20 % de la producció total de l'herbei (1 a 3 g C/m² dia, segons diversos autors). Aquests valors de producció dels epífits són netament inferiors als de qualsevol comunitat algal infralitoral i només són comparables als de les comunitats de la zona mediolitoral superior i a les de la zona circalitoral. El conjunt de l'herbei és, però, una de les comunitats més productives de la Mediterrània, com ja ha estat indicat per altres autors (LIBES, 1984; ROMERO, 1985).

BIBLIOGRAFIA

BALLESTEROS, E. 1984. *Els vegetals i la zonació litoral: espècies, comunitats i factors que influeixen en la seva distribució*. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.

BALLESTEROS, E. 1986. Métodos de análisis estructural en comunidades naturales, en particular del fitobentos. *Oecologia Aquatica*, 8.

BATTIATO, A., CINELLI, F., CORMACI, M., FURNARI, G. & MAZZELLA, L. 1982. Studio preliminare della macroflora epifita della *Posidonia oceanica* (L.) Delile di una prateria di Ischia (Golfo di Napoli). *Natur. Sicil. ser. 4*, 6 (suppl. 1): 15-27.

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). Thèse. Université de Liège. Stareso.

BEN, D. 1969. Les épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* sur les Côtes françaises de la Méditerranée. *Proceed. Int. Seaweed Symp.*, 6: 79-84.

BEN, D. 1971. Les épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* (L.) Delile sur les côtes françaises de la Méditerranée. *Mém. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique*, 168: 1-101.

BOUDOURESQUE, C. F. 1968. Contribution à l'étude du peuplement épiphyte des rhizomes des *Posidonies* (*Posidonia oceanica* Delile). *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 43 (59): 45-64.

BOUDOURESQUE, C. F. 1971. Contribution à l'étude phytosociologique des peuplements algaux des côtes varoises. *Vegetatio*, 22 (1-3): 83-184.

BOUDOURESQUE, C. F. 1974. Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée Occidentale (fraction algale): le peuplement épiphyte des rhizomes des *Posidonies* (*Posidonia oceanica* Delile). *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 54: 269-283.

BOUDOURESQUE, C. F. 1985. *Groupes écologiques d'algues marines et phytocoénoses benthiques en Méditerranée Nordoccidentale: une revue*. Lab. Arago, Univ. P. & M. Curie et Lab. Ecol. Benthos, Univ. Luminy.

BOUDOURESQUE, C. F. & BELSHER, T. 1979. Une méthode de détermination de l'aire minimale qualitative. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 25/26 (4): 273-275.

CINELLI, F., CORMACI, M., FURNARI, G. & MAZZELLA, L. 1984. Epiphytic macroflora of *Posidonia oceanica* (L.) Delile leaves around the island of Ischia (Gulf of Naples). In: *International Workshop on Posidonia oceanica beds*: 91-99 (C. F. Boudouresque, A. Jeudy de Grissac & J. Olivier, eds.). GIS Posidonie. Marseille.

DELGADO, O. 1985. *Aproximación al estudio del ciclo del fósforo en las praderas de fanerógamas marinas: los vegetales*. Tesis de licenciatura. Universidad de Barcelona.

EUGENE, C. 1978. *Étude de l'épifaune des herbiers de Posidonia oceanica* (L.) Delile du littoral provençal. Thèse. Univ. d'Aix-Marseille.

FELDMANN, J. 1937. *Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. La côte des Albères*. Wolf. Rouen.

FRESI, E. & SAGGIOMO, V. 1980. Phosphorus uptake and transfer in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 27 (2): 187-188.

FUNK, G. 1927. Die Algenvegetation des Golfs von Neapel nach neveren ökologischen Untersuchungen. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 7 (suppl.): 1-507.

GIRAUD, G. 1977. Essai de classement des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Bot. Mar.*, 20: 487-491.

LIBES, M. 1984. *Production primaire d'un herbier à Posidonia oceanica mesurée «in situ» par la méthode du carbone 14*. Thèse. Univ. d'Aix-Marseille.

LIBES, M., PLANTE-CUNY, M. R. & BOUDOURESQUE, C. F. 1983. Preliminary data on the production of *Posidonia oceanica* and its epiphytes in the bay of Port-Cross (Var, France). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 28: 133-134.

MARGALEF, R. 1974. *Ecología*. Omega. Barcelona.

MARGALEF, R. 1981. *La Biosfera, entre la termodinámica y el juego*. Omega. Barcelona.

MAZZELLA, L. & ÖTT, J. A. 1984. Seasonal changes in some features of *Posidonia oceanica* (L.) Delile leaves and its epiphytes at different depths.

- In: *International Workshop on Posidonia oceanica Beds* (C. F. Boudouresque, A. Jeudy de Grissac & J. Olivier, eds.). GIS Posidonie. Marseille.
- NÉDÉLEC, H. 1979. *Etude structurale et problèmes d'échantillonnage dans une phytocoenose portuaire*. Mem. Univ. P. et M. Curie. Marseille-Luminy.
- NIELL, F. X. 1974. Les applications de l'index de Shannon à l'étude de la végétation intertidale. *Soc. Phycol. Fr. Bull.*, 19: 238-254.
- ORTH, R. J. & MONFRANS, J. 1984. Epiphyte-seagrass relationships with an emphasis on the role of micrograzing: a review. *Aquatic Botany*, 18: 43-70.
- OTT, J. A. 1980. Growth and production in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Marine Ecology*, 1: 99-104.
- PANAYOTIDIS, P. T. 1979. L'aire minimale qualitative de la flore épiphyte des feuilles de *Posidonia oceanica* (L.) Delile, en Corse (France). *Rapp. Comm. Int. Mer Méditerranée*, 25/26: 221-224.
- PANAYOTIDIS, P. T. 1980. *Contribution à l'étude qualitative et quantitative de l'association Posidonietum oceanicae Funk, 1927*. Thèse. Université d'Aix-Marseille.
- PIRC, H. 1984. Depth adaptation in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. In: *International Workshop on Posidonia oceanica beds*: 227-234. (C. F. Boudouresque, A. Jeudy de Grissac & J. Olivier, eds.). GIS Posidonie. Marseille.
- PLANTE-CUNY, M. R. & LIBES, M. 1984. Revue critique des différentes approches méthodologiques de l'estimation de la production primaire des herbiers à *Posidonia oceanica*. In: *International Workshop on Posidonia oceanica beds*: 235-243. (C. F. Boudouresque, A. Jeudy de Grissac & J. Olivier, eds.). GIS Posidonie. Marseille.
- ROMERO, J. 1985. *Estudio ecológico de las fanerógamas marinas de la costa catalana: producción primaria de Posidonia oceanica (L.) Delile en las Islas Medes*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.
- THELIN, I. & BEDHOMME, A. L. 1983. Biomasse des épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* dans un herbier superficiel. *Rapp. Comm. Int. Mer Méditerranée*, 28 (3): 125-126.
- WHITTAKER, R. M. 1975. *Communities and ecosystems*. McMillan. New York.