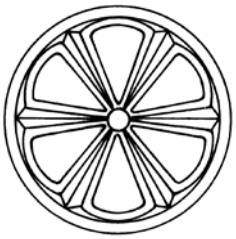
EFECTE DE L'ALGA EXÒTICA *CAULERPA RACEMOSA* (FORSSKÅL) J. AGARDH SOBRE LA COMUNITAT DE CRUSTACIS AMFÍPODES EN FONS SOMERS DEL BAIX VINALOPÓ (SANTA POLA)

Maite Vázquez Luis
Centre d'Investigació Marina de Santa Pola

1. Introducció

La superfície del mar Mediterrani no representa més d'un 0,7% de la superfície de les aigües marines del planeta, però alberga més d'un miler d'espècies vegetals marines macroscòpiques (aproximadament 1.300; Boudouresque: 1995), amb un gran percentatge d'espècies rares o endèmiques; concretament, el 20% de les espècies censades són endèmiques (Ben Maïz; 2000). El paper primordial d'aquestes espècies de macròfits és de vital importància en diversos aspectes, ja que actuen mantenint l'equilibri dels ecosistemes marins, com a productors primaris que generen una gran quantitat de biomassa que queda a disposició de diversos organismes marins; d'una altra banda, fan de suport físic fonamental per al fres i el desenvolupament dels juvenils (Bell i Pollard: 1989) ja que redueixen la predació i la competència (Leber: 1985; Main, 1987), protegeixen la línea de costa, etc. Ha estat àmpliament demostrat, i presenta una especial atenció, que l'abundància animal en hàbitats vegetats és major que en àrees desproveïdes de vegetació, ja que en les primeres augmenta l'aliment i disminueix el risc de predació (Heck *et al*.: 1989).

Hi ha multitud de teories i models que pretenen esclarir els processos que determinen la distribució espaciotemporal i l'abundància de les poblacions o comunitats marines. Els models basats en l'estructura de l'hàbitat han estat intensament estudiats en anys passats, i se centren,



principalment, en l'efecte de l'estructura de l'hàbitat i en la seua complexitat sobre els ecosistemes (CONELL i ORIAS: 1964).

En determinades ocasions es produeix l'entrada d'espècies foranes en aquests ecosistemes i sovint aquestes espècies troben unes condicions favorables per al seu desenvolupament i proliferen d'una manera desmesurada fins al punt que es converteixen en invasores. Unes 85 espècies de macròfits han estat probablement introduïdes al Mediterrani (BOUDOURESQUE i VERLAQUE: 2002). De totes aquestes, 8 es consideren invasores: *Acrothamnion preissii*, *Asparagopsis armata*, *Lophocladia lallemandii*, *Womersleyella setacea*, *Sargassum muticum*, *Stypopodium schimperi*, *Caulerpa racemosa* i *Caulerpa taxifolia*. És a dir, una de cada deu espècies de macròfits introduïts es torna invasora i causa greus danys a les comunitats autòctones.

Dues d'aquestes vuit espècies de macròfits invasors pertanyen al gènere *Caulerpa*, dins del qual trobem més de 100 espècies, repartides en els mars temperats i sobretot càlids de tot el món (BOUDOURESQUE *et al.*: 1994).

Caulerpa taxifolia va ser detectada per primera vegada en el Mediterrani a Mònaco en 1984; anys més tard, i gràcies a estudis genètics realitzats (WIEDENMANN *et al.*: 2001), es va aconseguir confirmar, mitjançant relacions moleculars, que la varietat d'aquesta espècie que existia al Mediterrani era exactament igual a la que es cultivava als aquaris. En pocs anys, l'alga introduïda va passar d'ocupar uns pocs metres del fons del Mediterrani a estar present en nombrosos punts d'aquest mar, cosa que perjudica, de manera important, els ecosistemes marins autòctons. Aquesta espècie no es troba al Baix Vinalopó.

Caulerpa racemosa va ser citada per primera vegada al Mediterrani per Hamel en 1926 al port de Sousse (Tunis), i a la conca llevantina, des de 1931. Després d'aquesta primera observació, fins a la meitat dels anys 90, la seua presència era discreta, apareixia a Egipte, Xipre, Malta, Turquia, Grècia, Itàlia, França i arribà al Mediterrani espanyol en 1998, concretament a la badia de Palma de Mallorca (Illes Balears); més tard, a Castelló, sud-est de Mallorca, Eivissa i al Baix Vinalopó en 2002 (fig. 1).

Les espècies invasores constitueixen, junt amb la destrucció de l'hàbitat, una de les amenaces més patents per a la pèrdua de diversitat biològica. Segons un estudi de la UICN (Unió Internacional per a la Conservació de la Natura) de 2000, la introducció d'espècies de flora i fauna al·lòctona ha provocat, des de 1600, l'extinció accelerada del 39% de les espècies autòctones animals.

En la comunitat animal lligada als hàbitats amb vegetació, els crustacis juguen un paper molt important, especialment els amfípodes.



Fig. 1. Detall de *Caulerpa racemosa.*

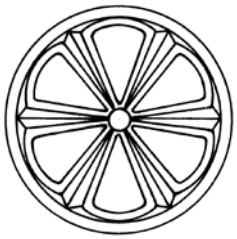
Es coneixen gairebé 6.000 espècies d'amfípodes i quasi totes són principalment marines. Al Mediterrani hi ha unes 450 espècies agrupades en 37 famílies (Ruffo: 1982, 1989, 1993) i cada dia se'n descobreixen de noves. Presenten espècies terrestres, totes pertanyents a la família *Talitridae*, d'aigua dolça (família *Gammaridae*), però és al medi marí on es troba, amb diferència, el major nombre d'espècies agrupades en diverses famílies. Els amfípodes són un grup molt important, des del punt de vista ecològic, en els ecosistemes marins, on serveixen d'aliment a multitud de peixos i a d'altres animals, i juguen un paper molt important en el flux d'energia i matèria al llarg dels ecosistemes marins.

És de gran importància, per a una major comprensió dels efectes que les algues exòtiques exerceixen sobre els hàbitats que colonitzen, determinar l'efecte o relació que es produeix en els hàbitats quan una espècie invasora està present, així com què ocorre amb els invertebrats que hi habiten.

Per tot això, es pretén, a través d'aquest estudi, avaluar l'efecte que espècies d'algues invasores, com en el nostre cas *Caulerpa racemosa*, ocasiona sobre la comunitat de amfípodes en diferents tipus d'hàbitats al Baix Vinalopó.

Per tant, els objectius específics han estat:

— Determinar l'efecte de *Caulerpa racemosa* sobre els hàbitats existents en fons durs i fons tous en aigües someres del Baix Vinalopó, i caracteritzar l'heterogeneïtat i la complexitat dels hàbitats.



— Analitzar l'efecte de *Caulerpa racemosa* sobre la riquesa específica i l'abundància del poblament d'amfípodes lligats a algues fotòfiles infralitorals.
— Analitzar l'efecte de *Caulerpa racemosa* sobre la riquesa específica i abundància del poblament d'amfípodes comparat amb praderes de fanerògames marines (*Cymodocea nodosa* i *Posidonia oceanica*) i fons de sorra.
— Establir els canvis en l'estructura dels poblaments d'amfípodes en fons durs i tous en relació amb la dinàmica estacional de *Caulerpa racemosa*.
— Contribuir a un millor coneixement del poblament d'amfípodes pel que fa a riquesa d'espècies i abundància en fons somers del Baix Vinalopó.

2. MATERIAL I MÈTODES

La zona on s'ha realitzat l'estudi es troba al terme municipal de Santa Pola, concretament al cap de Santa Pola (fig. 2). A l'àrea d'estudi trobem fons durs (roca) i fons tous (sorra) on coexisteixen distints tipus d'hàbitats (fig. 2). Sobre fons durs, els hàbitats objecte d'estudi han estat les comunitats d'algues fotòfiles infralitorals sobre la plataforma d'abrasió i *Caulerpa racemosa* creixent sobre plataforma. En fons tous trobem diferents tipus d'hàbitats, els més importants dels quals són els generats per les praderes de fanerògames marines com *Cymodocea nodosa* i *Posidonia oceanica*; sobre aquest fons trobem grans extensions de sorra sense vegetació i zones on creix *Caulerpa racemosa*. En total han estat sis els hàbitats objecte d'estudi.

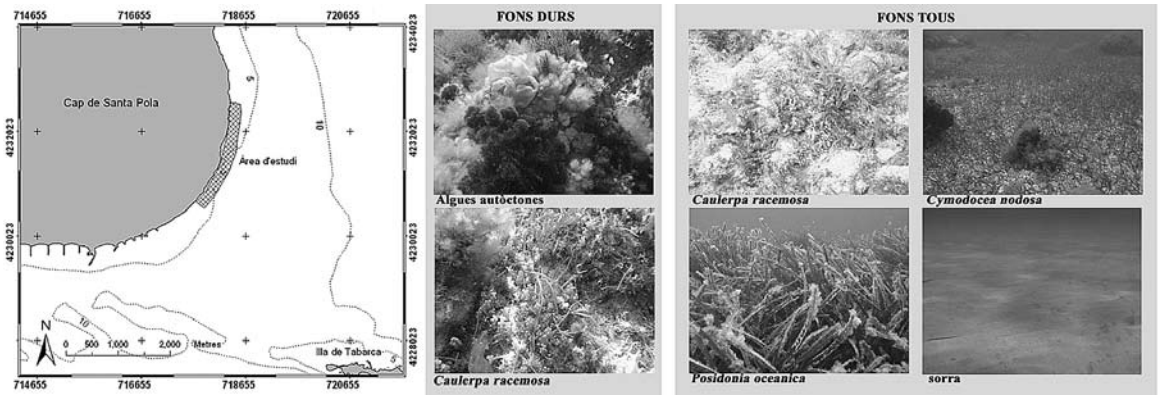


Fig. 2. Localització de l'àrea d'estudi i els hàbitats objecte d'estudi.

La recol·lecció de les mostres s'ha realitzat amb escafandre autònom mitjançant mètodes directes; concretament, s'ha raspat l'interior d'un quadrat de 20 x 20 cm amb una xarxa al voltant de 300µm, evitant així

la pèrdua dels invertebrats més mòbils després de tallar els macròfits (Edgar: 1990). El material es va introduir en pots i les mostres eren fixades amb formaldehid al 4% en aigua de mar. Posteriorment, les mostres eren separades determinant les distintes fraccions (vegetals i amfípodes).

Per al tractament de les dades, s'han portat a terme mètodes multivariants; l'abundància dels amfípodes es va analitzar mitjançant el PRIMER (Plymouth Laboratory; Warwick i Clarke: 1993; Clarke i Warwick: 1994), que detectava els canvis globals al poblament; el càlcul del percentatge de similitud (SIMPER, Clarke: 1993) ens determinava les espècies responsables de les diferències entre estacions i hàbitats. A les espècies més importants i a la biomassa vegetal, riquesa específica i detritus, es realitzava una anàlisi univariant mitjançant tècniques d'anàlisi de la variància (ANOVA) per testar si les diferències eren significatives entre els hàbitats i les estacions.

3. Resultats

3.1. Fons durs

3.1.1. Caracterització de l'hàbitat

En l'estudi de la comunitat de macròfits en fons durs van aparéixer un total de 25 espècies agrupades en 3 famílies. A l'estiu, els substrats colonitzats per algues fotòfiles autòctones van presentar una riquesa específica d'11; les més abundants: *Jania rubens*, *Halopteris scoparia* i *Cystoseira brachicarpa*. En canvi, a l'estiu l'hàbitat colonitzat per *C. racemosa* presentava una riquesa específica de 6, i, a més, d'aquesta predominaven *Jania rubens* i *Padina pavonica*. Durant els mesos més freds, la riquesa específica augmentà en tots dos casos: en el cas d'algues fotòfiles, l'augment va ser de 16, on destaca *Corallina ellongata*, *Jania rubens* i *Padina pavonica*. En relació a l'hàbitat colonitzat per *C. racemosa,* van aparéixer 15 espècies, entre les quals destaquen, a més d'aquesta, *Cladophora* sp. i *Halopteris scoparia* (fig. 3a).

Si observem els valors de necromassa corresponents al detritus, ens crida l'atenció la gran quantitat d'aquesta que immobilitza *C. racemosa*, que arriba a suposar més del 50% de la biomassa total, tant a l'estiu com a l'hivern. A l'estiu, la biomassa de detritus acumulada en *C. racemosa* va ser 473 g/m^2, amb un total de la biomassa 852 g/m^2. Alguna cosa similar ocorre a l'hivern, on el detritus presenta un valor de 467 g/m^2, i el de la biomassa total, de 793 g/m^2. En canvi, aquests valors en els hàbitats d'algues autòctones van estar molt diferents i van representar un petit percentatge del total, concretament van ser de 6 g/m^2 durant l'estiu, amb una biomassa total de 353 g/m^2. Durant el mostreig d'hivern els valors van ser majors per ambdós

compartiments, de 242 g/m^2 per al detritus i de més d'1 kg/m^2 de biomassa. Van aparéixer importants variacions estacionals en la biomassa de *C. racemosa.* Durant l'estiu, la biomassa d'aquesta alga suposava el 68% de la biomassa algal total; tanmateix, a l'hivern els valors trobats eren molt inferiors (fig. 3b).

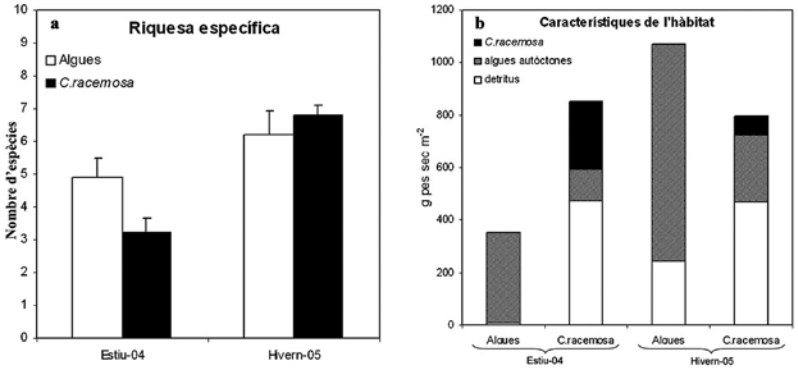


Fig. 3. Riquesa específica mitjana (nombre espècies±SE) del poblament d'algues (a). Valors de biomassa (g pes sec m-2) de les distintes fraccions del poblament algal (b).

3.1.2. Canvis en el poblament d'amfípodes

En l'estudi de la comunitat d'amfípodes lligats a fons durs van aparéixer 31 espècies agrupades en 13 famílies. A l'estiu, els fons colonitzats per algues autòctones presentaren una riquesa específica de 14 espècies (fig. 4a). Les més abundants: *Amphithoe ramondi* amb una abundància mitjana de 1.619 ind/m^2 i *Microdeutopus* sp. amb valors mitjans de 1.130 ind/m^2. Per a *C. racemosa* la riquesa específica a l'estiu va ser de 16 espècies (fig. 4a); lleugerament superior que en el cas anterior, també van ser les mateixes espècies les que aportaren una major abundància: 1.433 ind/m^2 per a *Microdeutopus* sp. i 977 ind/m^2 per a *Amphithoe ramondi*. Durant l'hivern, la riquesa específica va ser de 24 espècies (fig. 4a) en algues autòctones. Les responsables de les majors abundàncies van ser: *Caprella* sp., amb 3.744 ind/m^2; *Amphithoe ramondi,* amb 830 ind/m^2, i *Hyale schmidtii,* amb 605 ind/m^2. En els substrats colonitzats per *C. racemosa*, la riquesa va ser de 20 (fig. 4a). De totes, destaquen *Caprella* sp., amb 1.236 ind/m^2, i *Corophium acutum*, amb una abundància mitjana de 172 ind/m^2.

En relació als valors totals, les majors abundàncies es van trobar en algues autòctones a l'hivern, amb valors mitjans de 6.497 ind/m^2. Contràriament, els més baixos es van trobar en *C. racemosa* a l'hivern, amb valors de 2.130 ind/m^2 (fig. 4b).

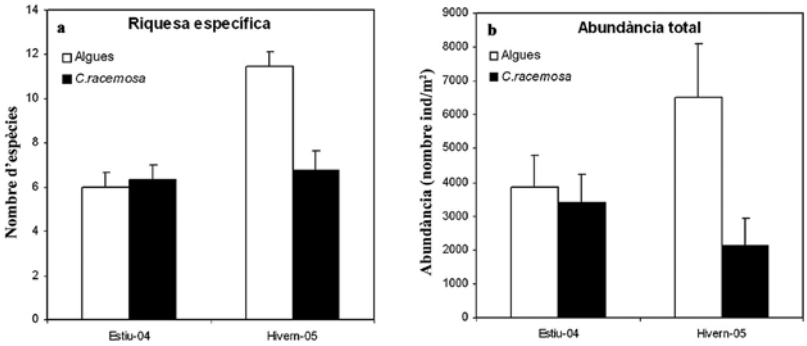


Fig. 4. Riquesa específica mitjana (nombre espècies±SE) del poblament d'amfípodes en fons durs (*a*). Valors d'abundància mitjana (nombre ind/m²±SE) del poblament d'amfípodes en fons durs (*b*).

Cal destacar que deu d'aquestes van aparéixer en els dos tipus d'hàbitats i en les dues estacions: *Amphilochus neapolitanus*, *Amphithoe ramondi*, *Microdeutopus* sp., *Caprella* sp., *Corophium acutum*, *Ericthonius brasiliensis*, *Elasmopus* sp., *Lysianassa costae*, *Pereionotus testudo*, *Stenothoe monoculodes* i *Hyale schmidtii*. Cinc espècies van aparéixer només en algues autòctones: *Amphithoe ferox*, *Lembos* sp., *Leptocheirus guttatus*, *Atylus massiliensis* i *Stenothoe tergestina*. En tres espècies ocorre justament el contrari, estan presents en llocs on creix *C. racemosa*: *Ampelisca diadema*, *Gammarela fucicola* i *Melita palmata*.

L'anàlisi del SIMPER va identificar les diferències entre algues i *Caulerpa* amb un valor de dissimilitud del 64,73%. Aquestes diferències van estar produïdes principalment per les espècies: *Caprella* sp., *Amphithoe ramondi*, *Microdeutopus* sp., *Elasmopus* sp., *Corophium* sp., *Hyale scmidtii* i *Lyssianasa costae* (fig. 5).

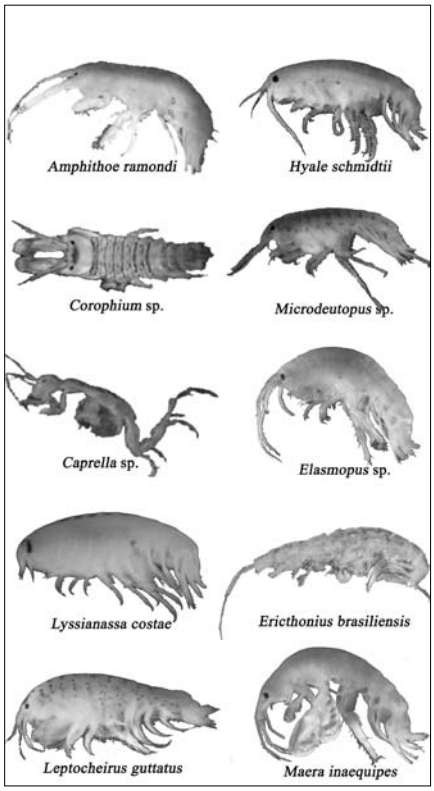
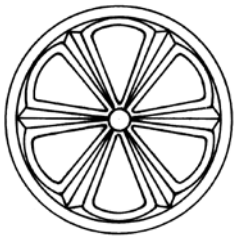


Fig. 5. Espècies més importants segons l'anàlisi del SIMPER (grandària: de 2 a 12 mm).



Si ens fixem en aquestes espècies, la distribució de cadascuna ha estat diferent. Per a *Amphithoe ramondi* es trobaren diferències significatives (P=0.0028) entre la interacció d'estació i hàbitat, i presenten majors abundàncies a l'estiu en algues autòctones (fig. 6a). *Hyale schmidtii* va mostrar diferències significatives entre estacions (P=0.0104) i entre hàbitats (P=0.0076), de manera que trobem una major abundància d'individus a l'hivern i en comunitats d'algues autòctones (fig. 6b). L'abundància d'individus de *Corophium* spp. és major en substrats colonitzats per l'alga exòtica amb valors significatius (P=0.0062) i presenta el màxim d'abundància a l'estiu (fig. 6c). Les espècies del gènere *Microdeutopus* mostra valors d'abundància significatius entre estacions (P=0.0008), on el poblament més abundant apareix a l'estiu i aparentment en *C. racemosa*, però no va resultar significatiu (fig. 6d). Per als individus pertanyents al gènere *Caprella* es va trobar un patró clar en el qual l'abundància és major a l'hivern per a algues autòctones (fig. 6e). *Elasmopus* spp. pareix ser més abundant en algues autòctones especialment a l'estiu, però no es trobaren diferències significatives (fig. 6f). Per últim, per a *Lyssianasa costae* l'abundància va ser significativament superior a l'hivern en substrats colonitzats per algues autòctones (P=0.0090); a l'estiu hi ha una major abundància sobre *C. racemosa*, encara que no va resultar significativa (fig. 6g).

3.2. Fons tous

3.2.1. Caracterització de l'hàbitat

Van aparéixer un total de 20 espècies de macròfits agrupats en 3 famílies. Durant l'estiu, els fons tous colonitzats per *C. racemosa* van presentar una riquesa específica de 10 espècies. Aquelles que aportaren una major biomassa foren *C. racemosa* amb un valor mitjà de 1.100 g/m^2, seguida per la fanerògama *Cymodeocea nodosa*, que presentà valors mitjans de 398 g/m^2 (fig. 7). A l'hàbitat generat per *C. nodosa* la riquesa específica d'algues associades va ser de 6 espècies: *Cymodocea* va contribuir amb un valor mitjà de 717 g/m^2, seguida per *Halopteris scoparia,* amb 28 g/m^2 (fig. 7). Els valors de biomassa aportats per *Posidonia oceanica* van ser, amb diferència, els més elevats; durant l'estiu els valors mitjans van ser de 30.562 g/m^2, i a l'hivern, de 38.002 g/m^2 (fig. 7). Per últim, als hàbitats desproveïts de vegetació no va aparéixer cap espècie.

Durant l'hivern, la riquesa específica de l'hàbitat colonitzat per l'alga exòtica va ser de 17 espècies; en aquest cas, la major biomassa és deguda a la presència de mata morta de *P. oceanica*, sobre la qual *C. racemosa* havia crescut, amb un valor de 4.084 g/m^2, el valor aportat per *C. racemosa* va ser molt inferior que a l'estiu (382 g/m^2). A l'època freda, la riquesa d'espècies va ser de 7 a l'hàbitat generat per *C. nodosa*

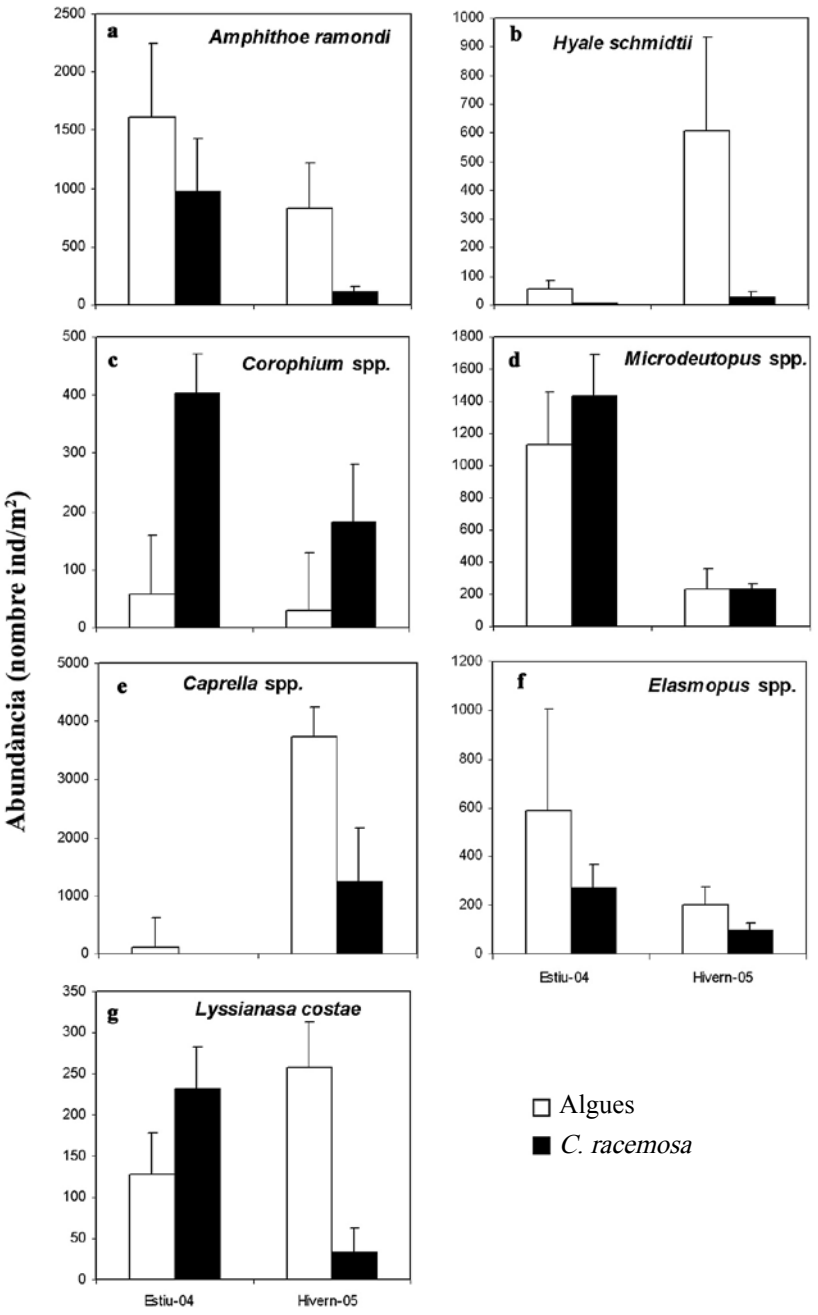


Fig. 6. Valors d'abundància mitjana (nombre ind/m²±SE) del poblament d'amfípodes en fons durs: *Amphithoe ramondi* (*a*); *Hyale schmidtii* (*b*); *Corophium* spp. (*c*); *Microdeutopus* spp. (*d*); *Caprella* spp. (*e*); *Elasmopus* spp. (*f*) i *Lyssianasa costae* (*g*).

que aporta 873 g/m^2, seguit per *Caulerpa prolifera,* amb valors mitjans de 27 g/m^2 (fig. 7).

Pel que fa a la fracció de detritus, els valors de biomassa corresponents al detritus continuen sent en *C. racemosa* molt més elevats que en la resta dels hàbitats, igual que ocorria en fons durs, encara que, en aquest cas, no arriba a suposar el 50% de la biomassa total (fig. 7). En fons tous, el patró de variació de biomassa de *C. racemosa* va seguir el mateix patró que havia presentat en fons durs; en aquest cas, la biomassa de *Caulerpa* respecte al total a l'estiu va ser del 62% i <10%, a l'hivern (fig. 7).

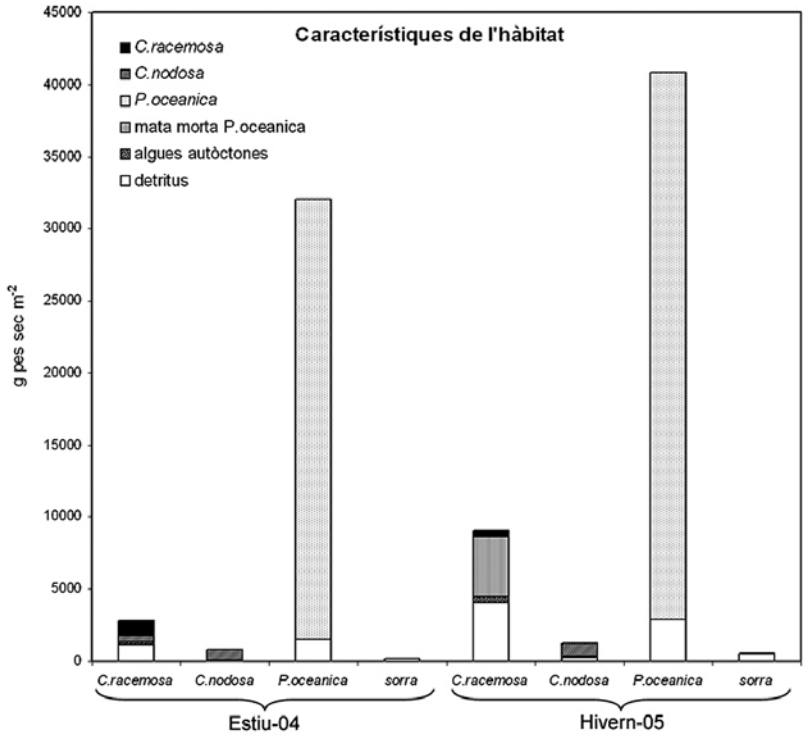


Fig. 7. Valors de biomassa (g pes sec m^{-2}) de les distintes fraccions del poblament algal per als diferents hàbitats i estacions.

3.2.2. CANVIS EN ELS POBLAMENTS D'AMFÍPODES

En l'estudi de la comunitat d'amfípodes lligats a fons tous van aparéixer un total de 54 espècies agrupades en 20 famílies. A l'estiu, els substrats colonitzats per *Caulerpa racemosa* presentà una riquesa específica màxima de 19 espècies (fig. 8a); les més presents foren *Microdeutopus* sp., amb una abundància mitjana de 488 ind/m^2, seguida per *Corophium acutum*, amb una presència de 333 ind/m^2. En *Cymodocea*

nodosa la riquesa específica va ser inferior que en *C. racemosa* (fig. 8a), on va predominar *Amphithoe ramondi*, amb una abundància mitjana de 102 ind/m^2 i *Microdeutopus* sp., amb 61 ind/m^2. A l'estiu, els substrats ocupats per *P. oceanica* presentaren la major riquesa específica (fig. 8a) i *Ericthonius brasiliensis* va ser l'espècie més abundant amb molta diferència, amb un total de 2.388 ind/m^2; també presentaren valors elevats *Leptocheirus guttatus* i *Maera inaequipes* (547 i 500 ind/m^2 respectivament). En fons arenosos, la riquesa especifica va ser amb diferència la més baixa, i les abundàncies varen ser també molt baixes. Presentaven els valors màxims *Siphonocetes dellavallei* i *Megaluropus massiliensis:* 13 ind/m^2 en ambdós casos (fig. 8a).

Als mesos d'hivern la riquesa específica de *C. racemosa* va augmentar; dues són les espècies responsables de les majors abundàncies: *Caprella* spp., amb una abundància mitjana de 488 ind/m^2 i *Microdeutopus* sp., amb valors de 469 ind/m^2. La riquesa d'espècies trobada a *Cymodocea* va ser també més alta que a l'estiu, i l'espècie més abundant va ser *Amphithoe ramondi*, amb valors de 253 ind/m^2. En *P. oceanica*, una vegada més *Ericthonius brasiliensis* va ser la responsable de les majors abundàncies amb valors de 400 ind/m^2. A la sorra, la riquesa va ser la més baixa de totes, i les espècies més abundants varen ser *Corophium acutum*, amb valors mitjans de 83 ind/m^2, i *Bathyporeia guilliamsoniana*, amb abundàncies de 44 ind/m^2.

Si mirem els valors totals, les abundàncies més elevades es trobaren en *P. Oceanica* a l'estiu, amb valors mitjans de 4.802 ind/m^2, els més baixos dels quals són els trobats en la sorra a l'estiu (50 ind/m^2) (fig. 8b). L'abundància total d'amfípodes lligats a fons tous va ser significativament major (P=0.0005) en *C. racemosa* i *P. oceanica* que en els ocupats per *C. nodosa* i sorra durant l'estiu.

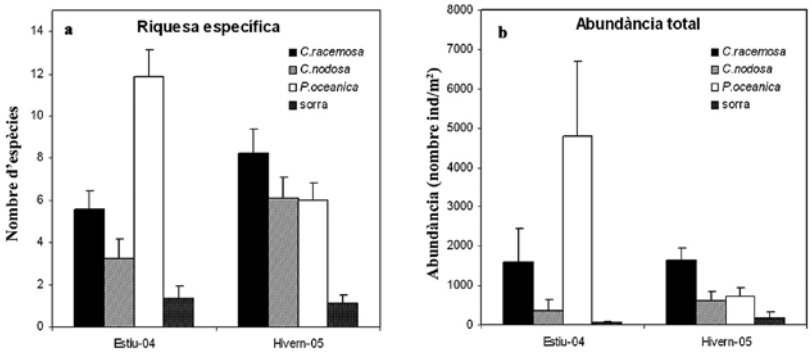
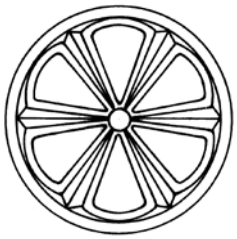


Fig. 8. Riquesa específica mitjana (nombre espècies±SE) del poblament d'amfípodes en fons tous (*a*). Valors d'abundància mitjana (nombre ind/m^2±SE) del poblament d'amfípodes en fons tous (*b*).



Les següents 10 espècies han aparegut només en l'hàbitat generat per les praderes de *P. oceanica*: *Amphilochus* sp., *Ampelisca antennata*, *Ampelisca rubella*, *Amphithoe ferox*, *Apherusa chiereghhinii*, *Elasmopus affinis*, *Leucothoe venetiarum*, *Liljeborgia dellavallei*, *Phoxocephalus aquosus* i *Stenothoe dollfusi*. *Corophium orientale* ha aparegut exclusivament en les mostres de *C. racemosa* d'estiu; en canvi, són dues les espècies que van aparéixer només a la sorra: *Ampelisca brevicornis* i *Siphonocetes dellavallei*; i *Jassa marmorata*, que apareix sobre *Cymodocea* als mostreigs d'hivern.

L'anàlisi del SIMPER identificà que les diferències entre *Caulerpa* i *Cynodocea* foren les menys significatives, amb un valor de dissimilitud de 60,86%; les espècies responsables d'això són *Caprella* sp., *Corophium* sp., *Microdeutopus* sp., *Elasmopus* sp. i *Amphithoe ramondi* (fig. 5). Tanmateix, les dissimilituds entre *Caulerpa* i *Posidonia* van ser majors, amb un valor de 66,49%; *Ericthomius brasiliensis*, *Microdeutopus* sp., *Leptocheirus guttatus*, *Hyale schmidtii*, *Maera inaequipes* i *Caprella* sp. són les principals espècies (fig. 5). Les majors dissimilituds es trobaren entre *Caulerpa* i sorra, amb un valor de 92,41%. En aquest cas, *Microdeutopus* sp., *Amphithoe ramondi*, *Corophium* sp., *Caprella* sp. i *Elasmopus* sp. varen ser les espècies responsables de les diferències (fig. 5).

De la comunitat d'amfípodes lligats a fons tous, *Amphithoe ramondi* va presentar diferències significatives (P=0.0001) en relació a l'hàbitat on l'abundància d'individus entre *C. racemosa* i *C. nodosa* va ser aproximadament igual, però major que en *P. oceanica* i a la vegada major que en sorra (fig. 9a). *Hyale schmidtii* presentà una major abundància en *P. Oceanica,* sobretot a l'estiu (fig. 9b). *Corophium* spp. va ser marginalment significatiu per al factor hàbitat, on s'observà que l'abundància és major per a *C. racemosa* que en la resta dels hàbitats (fig. 9c). En relació a *Microdeutopus* sp., l'abundància va ser major en *Caulerpa* i *Posidonia* que en *Cymodocea* i sorra (fig. 9d), malgrat que aquests valors no resultaren significatius.

En relació a *Caprella* spp., l'abundància d'individus a l'estiu va ser major per a *C. racemosa* i *P. oceanica*; malgrat que aquestes diferències no varen resultar significatives, a l'hivern la quantitat d'aquests animals es va disparar en hàbitats ocupats per *C. racemosa* (fig. 9e). El gènere *Elasmopus* no presentà diferències significatives, però es trobaren valors d'abundància molt majors a l'estiu i, aparentment, sobre *P. oceanica* (fig. 9f). Per a *Ericthoniu brasiliensis* la interacció entre hàbitat i estació resultà significativa i s'observà que tant a l'estiu com a l'hivern l'abundància d'individus és molt major en *P. oceanica* que en la resta dels hàbitats (fig. 9g). En el cas de *Leptocheirus guttattus*, hi ha una gran

variabilitat en la distribució d'aquesta espècie i només en alguns llocs se n'han trobat individus; per tant, no hi ha diferències significatives. Tanmateix, es mostra més abundant a l'estiu i en *P. oceanica* (fig. 9h). Per a *Maera inaequipes* trobem diferències importants en la interacció (P=0.0023); per tant, a l'estiu l'abundància és superior en *P. oceanica* que en la resta dels hàbitats (fig. 9i).

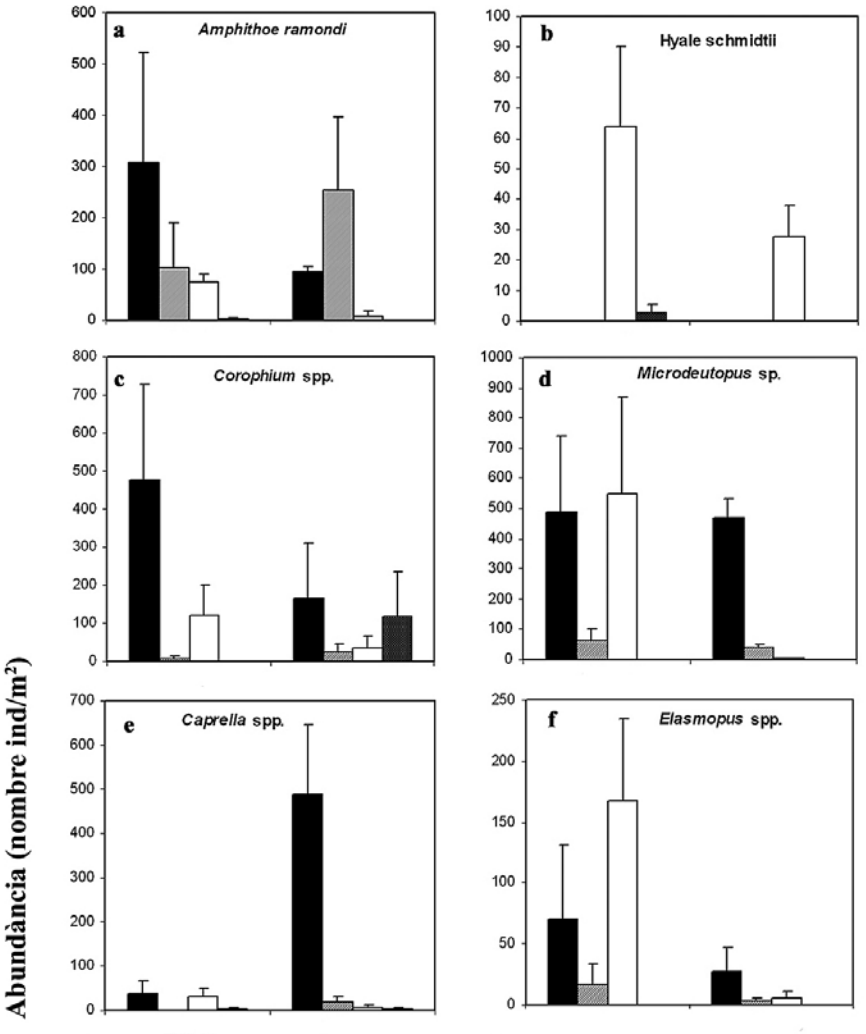
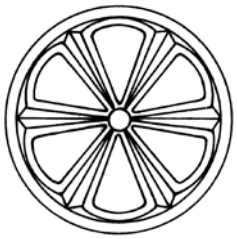


Fig. 9-1. Valors d'abundància mitjana (nombre ind/m²±SE) del poblament d'amfípodes en fons tous: *Amphithoe ramondi* (*a*); *Hyale schmidtii* (*b*); *Corophium* spp. (*c*); *Microdeutopus* sp. (*d*); *Caprella* spp. (*e*); *Elasmopus* spp. (*f*);

(continua p. 102)



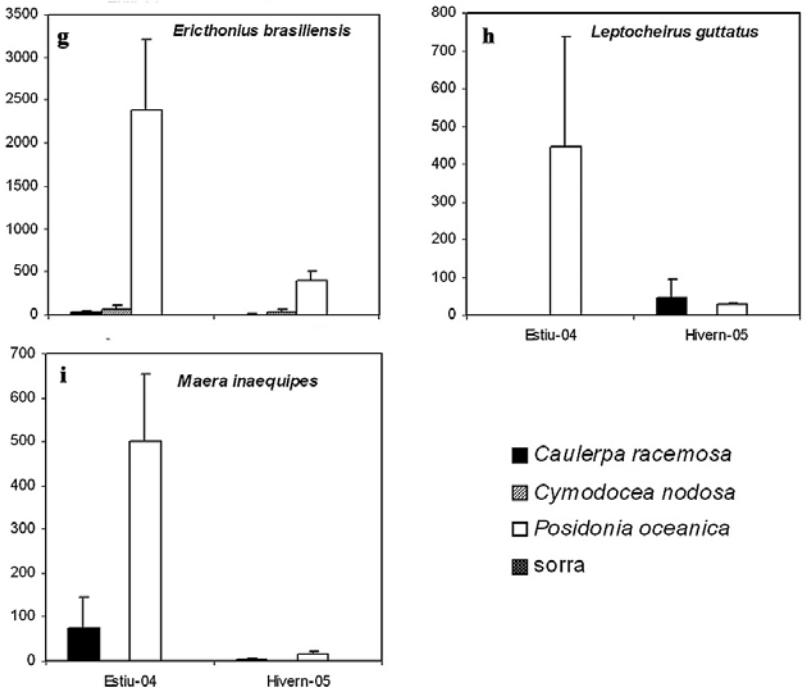


Fig. 9-2. Valors d'abundància mitjana (nombre ind/m²±SE) del poblament d'amfípodes en fons tous: *Ericthonius brasiliensis* (*g*); *Leptocheirus guttatus* (*h*) i *Maera inaequipes* (*i*).

4. DISCUSSIÓ

4.1. EFECTE DE *CAULERPA RACEMOSA*

Segons els resultats obtinguts en aquest estudi, *Caulerpa racemosa* provoca grans canvis a les comunitats bentòniques infralitorals, i exerceix, per tant, un important efecte en fons infralitorals somers. L'expansió de l'alga exòtica modifica l'estructura vegetal: durant l'estiu, el seu ràpid creixement, així com la seua forma (en totes direccions i en multicapa) provoca un entrebanc en el creixement d'altres macròfits, i genera alhora la immobilització del detritus. Durant l'hivern disminueix notablement la seua presència, però no el seu efecte, ja que continua immobilitzant el detritus i compactant el sediment. Per al poblament d'amfípodes, els canvis també són considerables, ja que les espècies que formen aquest poblament canvien per complet en els llocs on creix *C. racemosa*.

4.2. INFLUÈNCIA DE *CAULERPA RACEMOSA* SOBRE L'HÀBITAT

Com s'ha comentat en l'apartat anterior, *C. racemosa* presenta un creixement molt peculiar, els seus estolons es propaguen en totes direccions, d'aquests ixen tant els rizoides com les frondes verticalment.



Aquest efecte, si l'afegim al de les caulerpines (toxines que actuen inhibint el creixement d'epífits sobre les seues frondes, així com la inhibició del creixement d'altres macròfits al seu voltant), provoca una disminució de la heterogeneïtat i complexitat de l'hàbitat. Ja ha estat demostrat en diversos estudis que a menor complexitat de l'hàbitat menor és la riquesa del poblament de crustacis que hi habiten (Hicks: 1977, 1980 i 1982; Ayala i Martín: 2003).

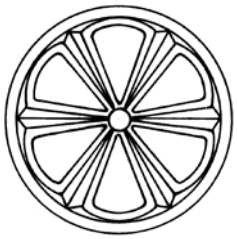
Estudis duts a terme al mar Tirré i al mar de Ligúria van concloure que l'expansió de *C. racemosa* ha modificat per complet les comunitats autòctones (Modena *et al.*: 2000). No obstant això, en el nostre estudi trobem resultats diferents als de la resta del Mediterrani; els efectes de major envergadura detectats a França i a Itàlia són el creixement de *C. racemosa* sobre fons tous a partir dels 15-20 metres de profunditat. En canvi, al Baix Vinalopó, el creixement de l'alga exòtica, així com el seu efecte, és molt superior, de moment, en fons durs que en fons tous i a molta menor profunditat, i els llocs més impactats es concentren a no més de 3 metres.

En fons durs trobem que la riquesa d'espècies d'amfípodes no disminueix en presència de l'alga exòtica, però sí que es produeix un canvi en les espècies que componen el poblament. Aquest fet coincideix amb un estudi fet a Alemanya amb una altra alga invasora, *Sargassum muticum*, en el qual es va concloure que la riquesa específica dels grups animals no variava en presència de l'alga; no obstant això, l'estructura i la composició d'aquesta comunitat d'espècies sí que era distinta (Buschbaum *et al.*: 2006), cosa que ocorre en el nostre cas amb el poblament d'amfípodes, per a les quals pareix ser més determinant el tipus d'hàbitat que proporcionen les espècies algals que no les espècies en si mateixes. D'una altra banda, la biomassa vegetal tampoc sembla tenir un efecte directe sobre el poblament d'amfípodes, ja que la biomassa total mitjana en pes sec no pareix tenir relació amb l'abundància d'individus.

Les biomasses en pes sec proporcionades i l'abundància d'amfípodes que en fons tous s'han trobat segueixen el mateix patró que per a fons durs: una major biomassa no suposa una major abundància d'individus, a excepció dels hàbitats desproveïts de vegetació, fet que no és estrany, ja que hi ha diversos estudis on es demostra que les àrees desproveïdes de vegetació presenten un menor nombre d'individus, així com una menor riquesa d'espècies (Turner i Kendall: 1999).

4.3. Estacionalitat de *Caulerpa racemosa* i efecte sobre el sistema

A tots els efectes comentats anteriorment cal afegir-hi l'acusada estacionalitat que presenta *Caulerpa racemosa* en aigües mediterrànies, ja que provoca que els canvis siguen encara molt superiors. Hi ha clares



diferències estacionals tant en el port, la biomassa, com en la cobertura de *Caulerpa racemosa* (Piazzi i Cinelli: 1999). L'efecte que aquest fenomen provoca sobre el sistema es veu reflectit tant en el poblament vegetal com en el poblament d'amfípodes.

Sobre fons durs, les espècies d'algues acompanyants que van aparéixer al costat de *C. racemosa* van passar de ser 5 a l'estiu a 14 a l'hivern. En hàbitats colonitzats per *C. racemosa,* l'abundància d'amfípodes tant a l'estiu com a l'hivern va ser menor que sobre algues, i la riquesa específica del poblament d'amfípodes augmentà durant l'hivern, encara que continuava sent menor en *Caulerpa*.

Sobre fons tous, les espècies acompanyants de *C. racemosa* van passar de 10 a l'estiu a 17 a l'hivern. Igual que en el cas anterior, la disminució del creixement de l'alga exòtica afavoreix l'aparició d'altres espècies de macròfits. Al contrari, el poblament d'amfípodes a l'hivern presentà la major riquesa d'espècies i la major abundància d'individus sobre *C. racemosa*. Aquest resultat crida l'atenció, ja que supera fins i tot l'abundància trobada en praderes de *Posidonia oceanica*. És a dir, sobre fons tous, en terminis de riquesa i abundància s'han obtingut valors en *C. racemosa* molt per damunt del que s'esperava. Possiblement la causa estiga relacionada amb les espècies d'algues acompanyants que han aparegut amb *Caulerpa*, ja que tant a l'estiu com a l'hivern, així com per als quatre hàbitats estudiats, la comunitat algal acompanyant de *C. Racemosa* era més diversa que sobre la resta dels hàbitats. Probablement aquest fet haja generat una major heterogeneïtat d'hàbitat, així com una diversitat en l'aliment disponible, cosa que ha generat un hàbitat més acollidor per al poblament d'amfípodes.

Estudis realitzats amb anterioritat mostren que no hi ha clares relacions entre la riquesa específica i el nombre de macròfits introduïts (Klein *et al*.: 2005). Alguns estudis han conclòs que la propagació depén del tipus d'hàbitat, però no de la seua riquesa específica (Cecchereli *et al*.: 2002). No obstant això, l'estat de successió (nivell de maduresa) o l'edat de la comunitat juga un important paper en la vulnerabilitat de la introducció d'espècies (Crawley: 1989). Comunitats madures són més resistents a la colonització per espècies invasores que les comunitats més joves. A pesar d'això, en aquest estudi s'ha detectat *C. racemosa* creixent sobre mata morta de *Posidonia oceanica*, però també sobre comunitats vegetals amb un cert grau de maduresa i desenvolupament com praderes de *Cymodocea nodosa* i comunitats d'algues fotòfiles amb un estadi mitjà de desenvolupament. Per tant, la degradació de les praderes de *P. oceanica* pot potenciar l'expansió de l'alga.

En el cas de *C. Racemosa*, hi ha diverses qualitats que li confereixen un gran avantatge en relació a la majoria d'espècies mediterrànies: poblacions permanents, defenses químiques, gran capacitat de dispersió,



reproducció prolífica, gran plasticitat ecològica, formacions de grans extensions i un creixement molt més ràpid (Ballesteros: 1999; Boudouresque i Verlaque: 2002). Totes aquestes característiques fan que, malgrat presentar una dinàmica estacional molt accentuada, les comunitats en què s'assenta no tornen a l'estat original una vegada que *C. racemosa* disminueix en cobertura i biomassa (Piazzi i Cinelli: 1999). També hem detectat l'estacionalitat de *C. racemosa*; hem observat que en l'època estival apareixen uns valors mitjans de biomassa de *Caulerpa* sobre fons durs que, sense tenir en compte el detritus, fan un 68% de la biomassa algal total. Durant l'hivern, aquests valors són del 21% del total. Per a fons tous, el patró és el mateix i presenta valors molt similars: un 62% a l'estiu i <10% a l'hivern.

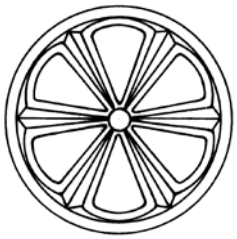
4.4. Detritus immobilitzat per *Caulerpa racemosa*

La quantitat de detritus immobilitzat per *C. racemosa* tant en fons durs com en tous és de 2 a 6 vegades superior que en els hàbitats on estava present. Aquests valors es mantenen també durant l'hivern, és a dir, el detritus es queda immobilitzat de manera permanent. Aquesta acumulació genera grans canvis en les comunitats animals que s'hi assenten: apareixen amfípodes indicadors de zones enfangades i pertorbades amb grans abundàncies.

Aquest fenomen no sols es manifesta en el poblament d'amfípodes, ja que per a nombrosos animals el detritus és la principal font d'aliment i contribueix de manera molt significativa a la producció secundària de diversos organismes (Wilson: 2002). El detritus dipositat en el sistema marí pot seguir diverses vies: una vegada acumulat pot ser utilitzat per organismes detritívors com bivalves, poliquets capitèlids, sipuncúlids, nemertins, holotúries, ofiures i crustacis (isòpodes i amfípodes). Quan es descompon es converteix en detritus en suspensió que és utilitzat pel fitoplàncton i organismes en suspensió com els bivalves, esponges, ascidis, poliquets sabèl·lids o briozous. D'aquests organismes s'alimenten un gran nombre de consumidors secundaris (Hemminga i Duarte: 2000). El fet que quede immobilitzat possiblement tinga greus conseqüències en la resta de l'ecosistema, ja que la matèria orgànica en forma de detritus és una de les principals vies tròfiques de l'ecosistema marí (Valiela: 1995).

4.5. Autoecologia del poblament d'amfípodes

Sobre fons durs, una de les espècies responsables d'una gran dissimilitud entre les mostres va ser *Caprella* spp. En aquest gènere han estat agrupades totes les espècies de caprèlids trobats com a conseqüència de dificultats taxonòmiques; només en aquest cas, buscar una relació ecològica no seria possible, ja que dins d'aquest grup hi ha diverses espècies i cadascuna habita en llocs molt diferents: per exemple,



Caprella equilibra habita en llocs amb aigües calmades i netes (RUFFO: 1993); per tant, seria convenient fer una anàlisi més exhaustiva de les espècies englobades en aquest grup. Contràriament, *Amphithoe ramondi* va mostrar un clar patró de preferència per les comunitats d'algues autòctones, igual que la família *Talitridae* i es caracteritza per presentar una dinàmica poblacional molt equilibrada davant els canvis al seu entorn (SCAPINI *et al.*: 1993, 1995; SCAPINI i FASINELLA: 1990; MEZZETTI *et al*.: 1994¸ GONÇALVES *et al*.: 2003). Les espècies del gènere *Corophium* van aparéixer de forma molt abundant en *C. racemosa*, la qual cosa pareix estar molt lligada a la seua ecologia, ja que solen aparéixer en zones pertorbades i enfangades (DIVIACCO i BIANCHI: 1987), i el detritus suposa, en aquest cas, més del 50% de la biomassa total. De l'anàlisi de *Microdeutopus* sp. podem dir que va ser significativament superior a l'estiu, encara que respecte al factor hàbitat les abundàncies varen ser pràcticament iguals. Potser es pot explicar per una àmplia distribució, ja que no mostra especial preferència per cap tipus d'hàbitat i es pot trobar en l'infralitoral tant en algues, sobre *Posidonia*, com en fons arenosos. Aquesta espècie és endèmica del Mediterrani (RUFFO: 1982).

Per al poblament d'amfípodes corresponent a fons tous, les espècies responsables d'una major dissimilitud entre *C. racemosa* i *C. nodosa* van ser principalment *Caprella* sp., *Corophium* sp. i *Microdetopus* sp. Les dues primeres presentaren un patró similar al de fons durs, on són més abundants en *Caulerpa,* i es deu, en el segon cas, a les seues necessitats ecològiques (DIVIACCO i BIANCHI: 1987). *Microdeutopus* sp. es va presentar significativament més abundant en *Caulerpa* que en *Cymodocea*; possiblement l'hàbitat generat per la comunitat algal d'espècies que es presentaren amb *Caulerpa,* tant a l'estiu com a l'hivern, haja resultat més acollidor per a les espècies del gènere *Microdeutopus*.

Entre *C. racemosa* i *P. oceanica* l'espècie que va marcar les majors dissimilituds va ser *Ericthonius brasiliensis*, amb abundàncies mitjanes de fins a 80 vegades superiors que en *Caulerpa*; aquest fet no és estrany, ja que aquesta espècie sol estar lligada a fanerògames (Ruffo: 1982).

En relació als hàbitats desproveïts de vegetació, es trobaren, respecte a *C. racemosa*, les majors dissimilituds; les espècies responsables (*Microdeutopus* sp., *Amphithoe ramondi* i *Corophium* spp.) varen ser en els tres casos més abundants en *Caulerpa*. Aquest fet coincideix amb estudis realitzats per diversos autors on es demostra que l'abundància animal en hàbitats vegetats és major que en àrees desproveïdes de vegetació (HECK *et al.*: 1989).

4.6. AMFÍPODES COM A BIOINDICADORS

Els canvis en la comunitat d'invertebrats en els distints hàbitats han estat relacionats amb el tipus de dispersió larvària i amb la mobilitat dels adults. Els crustacis peracàrides, com els amfípodes, viuen lligats



al substrat i presenten escàs moviment. L'absència d'un estat larvari planctònic possibilita el manteniment de poblacions locals on es poden detectar així canvis a petita escala (Virnstein: 1987). Presenten un desenvolupament larvari protegit en el marsupi de les femelles, i tot el cicle vital es troba associat al bentos.

En l'estudi realitzat, els canvis en el poblament d'amfípodes en el nivell taxonòmic estudiat mostren una gran correlació amb les variables ambientals basades en les estratègies ecològiques que caracteritzen cada grup taxonòmic, i és el reflex de les pertorbacions que tenen lloc al seu entorn. Estudis realitzats amb anterioritat sobre el poblament d'amfípodes demostren la sensibilitat d'algunes d'aquestes espècies i la fidelitat amb la qualitat de l'hàbitat (Scipione *et al*.: 1992; Sánchez Jerez *et al*.: 2000). Amb aquest estudi queda demostrada l'estreta relació dels amfípodes i els hàbitats on viuen, i, per tant, la gran eficàcia que suposa utilitzar els amfípodes com a bioindicadors.

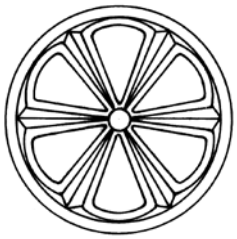
4.7. Canvis globals sobre la biodiversitat al Baix Vinalopó

Des d'un punt de vista global, la presència de *Caulerpa racemosa* al Baix Vinalopó és encara un problema incipient. Fins als últims estudis realitzats sobre *C. racemosa*, ningú no pensava que la capacitat invasiva d'aquesta alga podria ser igual o superior a la de *Caulerpa taxifolia.* No obstant això, el pas dels anys i nombrosos estudis de rigor científic han demostrat que les conseqüències que *C. racemosa* està generant en els ecosistemes marins és comparable o superior als generats per *C. taxifolia*. Fins i tot alguns autors han afirmat que actualment pareix ser una de les espècies introduïdes més invasives al Mediterrani (Verlaque *et al.*: 2003). Si la comparem amb *C. taxifolia*, aquesta va aparéixer a les costes de Mònaco en 1984, i arribà a Mallorca 8 anys més tard (en 1992); no obstant això, *C. racemosa*, en tot just 10 anys, ha aparegut en pràcticament tot el Mediterrani i actualment encara es troba en plena expansió i no més o menys acotada com ho està *C. taxifolia*.

Com s'ha comentat en apartats anteriors, la presència de l'alga exòtica provoca una disminució de la biodiversitat de les espècies algals, i aquesta presència sobre el poblament d'amfípodes hem detectat que produeix una substitució de determinades espècies. A les nostres costes aquests canvis són, de moment, de major envergadura sobre fons durs i somers. Per tant, si l'expansió d'aquesta alga continua al ritme actual, possiblement es produirà una gran disminució de la biodiversitat marina en les nostres costes.

5. Bibliografia

Ayala, Y. i Martin, A., «Relaciones entre la comunidad de anfípodos y las macroalgas a las que están asociados, en una plataforma rocosa del litoral central de Venezuela», *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 19 (1-4) (2003), p. 171-183.



Ballesteros, E.; Grau, A. M.; Riera, F., «*Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (Caulerpales, Chlorophyta) a Mallorca», *Boll. Soc. Hist. Nat. Balearse*, 42 (1999), p. 63-68.

Bell, J. D. i Pollard, D. A., «Ecology of fish assemblages and fisheries associated with seagrasses», en *Biology of seagrass. A treatise on the biology of seagrasses with special reference to the Australian region*. Larkum, A. W. D., McComb, A. J., Shepherd, S. A. (eds.), Elsevier, Amsterdam, 1989, p. 565-609.

Ben Maïz, N., «Menaces sur les especes vegetales marines en Mediterranée occidentale», *Procedings of the first Mediterranean Symposium on marine vegetation* (Ajaccio, 3-4 Octubre 2000), 2000, p. 19-33.

Boudouresque, C. F., «La biodiversité marine en Mediterranée: état des espèces, des populations et des peuplements», *Document d'information (UNEP(OCA)/ MED WG100/inf.3) de la Reunión d'experts sur les espèces menacées en Mediterranée organisé par le CAR/ASP à Montpellier, France*, del 22 al 25 novembre 1995.

Boudouresque, C. F. i Verlaque, M., «Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes», *Marine Pollution Bulletin*, 44 (2002), p. 32-38.

Boudouresque, C. F.; Ballesteros, E.; Cinelli, F.; Henocque, Y.; Meinesz, A.; Pesando, D.; Pietra, F.; Ribera, M. A. i Tripaldi, G., «Synthèse des résultats du programme CCC-LIFE "Expansion de l'algue verte tropicale *Caulerpa taxifolia* en Mediterranée"», en *Second Internacional Workshop on Caulerpa taxifolia*, del 15 al 17 de desembre, Barcelona, p. 11-57.

Buschbaum, C.; Chapman, A. S. i Saier, B., «How an introduced seawed can affect epibiota diversity in different coastal systems», *Marine Biology*, 148 (2006), p. 743-754.

Cecchereli, G.; Piazzi, L. i Balata, D., «Spread of introduced species in macroalgal habitats», *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 280 (2002), p. 1-11.

Clarke, K. R., «Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure», *Aust J Ecol*, 18 (1993), p. 117-143.

Clarke K. R, Warwick, R.M., «Changes in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation», *Natural Environment Research Council UK*, 1994.

Conell, J. W. i Orias, E., «The ecological regulation of species diversity», *Am. Nat.*, 98 (1964), p. 399-414.

Crawley, M. J., «Chance and timing in biological invasions» en Drake, J.A. *et al.* (eds), *Biological invasions: a global perspective. Scientific Committee on Problems of the Environment* (SCOPE), Chichester, 1989, p. 407-423.

Diviacco, G. i Bianchi, C. N., «Faunal interrelationship between lagoonal and marine amphipod crustacean communities of the Po river delta (Northern Adriatic)», *Anales de biologia*, 12 (*Biologia Ambiental*, 3) (1987), p. 67-77.

Edgar, G. J., «The influence of plant structure on the species richness, biomass and secondary production of macrofaunal assemblages associated with Western Australian seagrass beds», *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 137 (1990), p. 215-240.



Gonçalves, S. C.; Marques, J. C. ; Pardal, M. A. ; Bouslama, M. F. ; El Gtari, M. i Charfi-Cheikhrouha, F., «Comparision of the biology, dynamics, and secondary production of *Talorchesia brito* (Amphipoda: Talitridae) in Atlantic (Portugal) and Mediterranean (Tunisia) populations», *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 58 (2003), p. 901-916.

Heck, K. L.; Able, K. W.; Fahay, M. P.; Roman, C. T., «Fishes and decapods crustaceans of Cape Cod eelgrass meadows: species composition, seasonal abundance patterns and comparision with unvegetated substrates», *Estuaries*, 12 (1989), p. 59-65.

Hemminga, M. A. i Duarte, C. M., «Elemental Dynamics in seagrass systems» en *Seagrass Ecology*, Cambridge University Press, Cambridge, 2000, p. 146-198.

Hicks, G. R. F., «Observations of substrate preferente of marine phytal harpacticoids (Copepoda)», *Hydrobiology*, 56 (1997), p. 7-9.

— «Structure of phytal harpacticoid copepod assemblages and the influence of habitat complexity and turbidity», *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 44 (1980), p. 157-192.

— «Habitat structure, disturbance, and equilibrium in crustacean communities». *Marine Ecology* 1982, 3, p. 41-45.

Klein, J. ; Ruitton, S. ; Verlaque, M. i Boudouresque, C. F., «Species introductions, diversity and disturbances in marine macrophyte assemblage of the northwestern Mediterranean Sea», *Marine Ecology Progress Series*, 290 (2005), p. 79-88.

Leber, K. M., «The influence of predatory decapods, refuge and microhabitat selection on seagrass communities», *Ecology*, 66 (6) (1985), p. 1951-1964.

Main, K. L., «Predator avoidance in seagrass meadows: prey behaviour, microhabitat selection and cryptic coloration», *Ecology*, 68 (1) (1987), p. 170-180.

Mezzetti, M. C.; Naylor, E. i Scapini, F., «Rythmic responsiveness to visual stimuli in different populations of talitrid amphipods from Atlantic and Mediterranean coasts: an ecological interpretation», *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 181 (1994), p. 279-291.

Modena, M.; Matricardi, G.; Vacchi, M.; Guidetti, P., «Spreading of *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (Bryopsidaceae, Chlorophyta) along the coasts of the Ligurian Sea», *Cryptogamie, Algol.*, 21 (2000), p. 301-304.

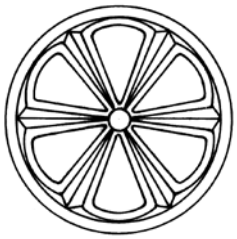
Piazzi, L. i Cinelli, F., «Développement et dynamique saisonnière d'un peuplement méditerranéen de l'algue tropicale *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh», *Cryptogamie, Algol.*, 20 (4) (1999), p. 295-300.

Ruffo, S. (ed.), «The Amphipoda of the Mediterranean. Part 1, Gammaridea», *Memoires de l'Institut Oceanographique*, Mònaco, 1982.

— «The Amphipoda of the Mediterranean. Part 2, Gammaridea», *Memoires de l'Institut Oceanographique*, Mònaco, 1989.

— «The Amphipoda of the Mediterranean. Part 3. Gammaridae, Caprellidea», *Memoires de l'Institut Oceanographique*, Mònaco, 1993.

Sánchez Jerez, P.; Barberá, C. i Ramos Esplá, A. A., «Influence of the structure of *Posidonia oceanica* meadows modified by bottom trawling on crustacean



assemblages: comparison of amphipods and decapods», *Sci. Mar.*, 64(3) (2000), p. 319-326.

Scapini, F.; Buiatti, M.; De Matthaeis, E.; Mattoccia, M., «Orientation and heterozygosity of sandhopper population in relationto stability of beach environments», *Journal of Evolutionary Biology*, 8 (1995), p. 43-52.

Scapini, F. i Fasinella, D., «Genetic determination and plasticity in the sun orientation of natural populations of *Talitrus saltator»*, *Marine Biology*, 107 (1990), p. 141-145.

Scapini, F.; Lagar, M. C.; Mezzetti, M. C., «The use of slope and visual information in sandhoppers : innatenses and plasticity», *Marine Biology*, 115 (1993), p. 545-553.

Scipione, M. B., «The amphipod population of the *Posidonia oceanica* leaf stratum around the island of Ischia (Gulf of Naples, Italy)», *1st European Crustacean Conference*, París, 1992.

Turner, S. J. i Kendall, M. A., «A comparison of vegetated and unvegetated soft-sediment macrobenthic communities in the River Yealm, south-western Britain», *J. of the Mar. Biol. Ass. of the UK*, 79 (1999), p. 741-743.

Valiela, I., «Marine Ecological Processes», *Springer Verlag*, New Cork. 1987, p. 547.

Verlaque, M.; Durand, C.; Huisman, J. M.; Boudouresque, C. F.; Le Parco, Y., «On the identity and origin of the Mediterranean invasive *Caulerpa racemosa* (Caulerpales, Chlorophyta)», *European Journal of Phycology*, 38 (2003), p. 325-339.

Virnstein, R. W., «Seagrass-associated invertebrate communities of the Southeastern U.S.A.: a review», *Florida Marine Research Publications*, 42 (1987), p. 89-116.

Warwick, R. M i Clarke, K. R., «Comparing the severity of disturbance: a meta-analysis of marine macrobenthic community data», *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 92 (1993), p. 221-231.

Wiedenman, J.; Baumstark, A.; Pillen, T. L.; Meisenesz, A.; Vogel, W., «DNA fingerprints of *Caulerpa taxifolia* provide evidence for the introduction of an aquarium strain into the Mediterranean Sea and its close relationship to an Australian population», *Marine Biology*, 138 (2001), p. 229-234.

Wilson, S., «Nutritional value of detritus and algae in blenny territories on the Great Barrier Reef», *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 271 (2002), p. 155-169.