

# EL BENTOS DELS FONNS INFRALITORALS

Enric Ballesteros<sup>1</sup>   Emma Cebrian<sup>1,2</sup>   Natàlia Sant<sup>1</sup>   Fiona Tomas<sup>3,4</sup>   Conxi Rodríguez-Prieto<sup>2</sup>   Paula López-Sendino<sup>5</sup>   Susana Pinedo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre d'Estudis Avançats de Blanes-CSIC, 17300 Blanes, Girona

<sup>2</sup> Departament de Ciències Ambientals, Universitat de Girona, C. Maria Aurèlia Capmany 69, 17300 Girona

<sup>3</sup> Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB), C. Miquel Marqués 21, 07190 Esporles, Illes Balears

<sup>4</sup> Department of Fisheries and Wildlife, Oregon State University, Oregon, USA

<sup>5</sup> Institut de Ciències del Mar-CSIC, 08003 Barcelona

Enric Ballesteros (kike@ceab.csic.es)

Ballesteros, E., Cebrian, E., Sant, N., Tomás, F., Rodríguez-Prieto, C., López-Sendino, P. i Piñedo, S. (2020). El bentos dels fons infralitorals. In: Grau, A.M., Fornós, J.J., Mateu, G., Oliver, P.A., Terrasa, B. (2020) *Arxipèlag de Cabrera: Història Natural*. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 30. 738 pp. ISBN 978-84-09-23487-5.

## RESUM

Es recopilen les novetats més significatives sobre el coneixement dels fons infralitorals rocosos de l'arxipèlag de Cabrera des que va ser declarat Parc Nacional i es presenten unes primeres dades dels fons infralitorals sedimentaris. Es llisten un total de 36 hàbitats rocosos i 12 sedimentaris, alguns dels quals estan dominats per espècies vulnerables des del punt de vista de la conservació (algues Fucals) i d'altres per espècies invasores (*Caulerpa cylindracea*, *Halimeda incrassata*). Tots ells són també presents a la veïna illa de Mallorca. Es llisten un total de 194 noves citacions per a l'arxipèlag (3 cianobacteris, 9 cloròfits, 17 ocròfits, 43 rodòfits, 60 poliquets, 41 crustacis, 17 mol·luscs, 1 sipuncúlid, 3 equinoderms i 1 cefalocordat). Es realitza una primera caracterització dels hàbitats de sorres grosses, sorres mitjanes i sorres fines de l'arxipèlag, els quals estan dominats pel bivalve *Loripes orbiculatus*, mentre que els bivalves típics d'aquests fons al litoral peninsular són escassos. L'abundància de *L. orbiculatus* -espècie indicadora d'alts continguts en matèria orgànica al sediment- sembla anar lligada a l'abundància de detritus de *Posidonia oceanica* als sediments mostrejats. Hi ha tres espècies d'algues amb característiques invasores als fons infralitorals de l'arxipèlag de Cabrera: *Caulerpa cylindracea*, *Lophocladia lallemandii* i *Halimeda incrassata*. *Lophocladia lallemandii* -molt abundant entre els anys 2003 i 2014- està en clara regressió per causes desconegudes. *Halimeda incrassata* està en progressió però ocupa només els fons sorrenes adjacents a sa Platgeta i cala Santa Maria. La proliferació de *Caulerpa cylindracea* sembla estar controlada pels herbívors. Els fons infralitorals de l'arxipèlag no estan exempts de mortalitats lligades a les anomalies tèrmiques (cas de l'esponja *Sarcotragus fasciculatus*) i de proliferacions d'algues brunes filamentoses (*Acinetospora crinita*, *Nematochryopsis marina*), de cianobacteris (*Oscillatoria miniata*) i d'agregats mucilaginosos (*Chrysophaeum taylorii* aquests restringits al port de Cabrera). Els fons infralitorals de l'arxipèlag, tot i les mesures de gestió que s'hi apliquen, no estan en condicions òptimes de conservació, no només a causa de les algues invasores, les mortalitats lligades a l'escalfament de l'aigua i les proliferacions d'algues i de mucíl·lgs, sinó també a causa dels impactes que provoca la pesca artesanal. Advoquem per una reducció de la pressió pesquera que beneficiï la conservació enfront de l'explotació.

**Paraules clau:** *Balears, Cabrera, fons infralitorals, macroalgues, macroinvertebrats, hàbitats, algues invasores*

## ABSTRACT

Benthos from the infralittoral zone. Here we summarize the new data obtained on the knowledge of infralittoral rocky bottoms of the Archipelago of Cabrera since its declaration as a National Park. We also present the first data on soft bottom habitats from the Archipelago. We list a total of 36 rocky and 12 soft-bottom habitats, some of them dominated by vulnerable species

regarding their conservation status (fucoid algae), but others dominated by invasive species (*Caulerpa cylindracea*, *Halimeda incrassata*). All these habitats are also present in the nearby island of Mallorca. A total of 194 taxa are new records for the fauna and flora of the National Park (3 cyanobacteria, 9 chlorophyta, 17 ochrophyta, 43 rhodophyta, 60 polychaeta, 41 crustacea, 17 mollusca, 1 sipunculida, 3 echinodermata, 1 cephalochordata). Coarse sands, medium sands and fine sands habitats are described; these are dominated by the bivalve *Loripes orbiculatus*, which contrasts with the scarcity of other bivalves that characterize these habitats in the continental coasts of Spain. The abundance of *L. orbiculatus* -a sign of high organic matter content in the sediment- is probably related to the abundance of detritus coming from the contiguous *Posidonia oceanica* meadows. Three macroalgae with invasive features are present in the infralittoral bottoms of the archipelago: *Caulerpa cylindracea*, *Lophocladia lallemandii* and *Halimeda incrassata*. *Lophocladia lallemandii* -extremely abundant from 2003 to 2014- is currently in regression for unknown reasons. *Halimeda incrassata* is colonizing the sandy area in front of sa Platgeta. The proliferation of *Caulerpa cylindracea* seems to be controlled by herbivores. The infralittoral bottoms of Cabrera are not exempt of mortalities related to warming (as is the case of the sponge *Sarcotragus fasciculatus*), and of blooms of filamentous brown algae (*Acinetospora crinita*, *Nematochryopsis marina*), cyanobacteria (*Oscillatoria miniata*) or mucilaginous aggregates (*Chrysophaeum taylorii* restricted to the Cabrera harbour). The infralittoral bottoms of Cabrera -despite the implementation of specific management measures- are not in optimal conservation conditions, not only because of invasive macroalgae, warming-related mortalities and algal and mucilaginous blooms, but also because of the impacts of the artisanal fishery. We advocate for a reduction of the fishing pressure to promote conservation over exploitation.

**Key words:** *Balearic Islands, Cabrera, infralittoral bottoms, macroalgae, macroinvertebrates, habitats, alien seaweeds*

## INTRODUCCIÓ

Els fons infralitorals són una part important de l'arxipèlag de Cabrera i, sens dubte, els més visitats dels seus fons marins. Aquí parlarem de tots aquells fons situats entre els 0 i -aproximadament- els 35 metres de fondària, límit batimètric de l'estatge infralitoral a Cabrera. Comentarem les novetats en el coneixement aparegudes en els darrers 25 anys tant dels fons rocosos com dels fons sedimentaris, sense repetir la informació proporcionada a Ballesteros *et al.* (1993).

Les característiques ambientals dels fons infralitorals a l'arxipèlag de Cabrera ja han estat descrites a Ballesteros i Zabala (1993). Substrat, llum i hidrodinamisme són els principals paràmetres que determinen els hàbitats i la seva distribució a l'estatge infralitoral. A Cabrera l'estatge infralitoral es caracteritza per uns valors d'irradiància elevats, que oscil·len entre el 55 i el 5% de la irradiància superficial. La variació estacional és també important, amb aigües més tèrboles a l'hivern i més clares a l'estiu (Ballesteros i Zabala, 1993). A la part superior, on hi ha els hàbitats dominats per algues fotòfiles, aquesta irradiància oscil·la entre el 15 i el 55% de la superficial, mentre que a la part inferior varia entre el 5 i el 15%. Tot i així hi ha hàbitats on aquests nivells d'irradiància són inferiors ja que es localitzen en indrets ombrívols com ara parets verticals, entrades de coves o balmes. La llum, no obstant, no és l'únic factor ambiental important en l'estatge infralitoral ja que, en condicions normals, n'hi ha a bastament. El tipus de substrat i l'hidrodinamisme són tan o més importants que la llum en determinar el tipus d'hàbitat. Segons el tipus de substrat podem distingir els hàbitats dels fons rocosos i els hàbitats dels fons sedimentaris, de característiques molt diferents pel que fa als organismes que hi viuen. Els hàbitats dels fons sorrencs estan caracteritzats per la fauna que viu dins del sediment (infauna) mentre que els hàbitats dels fons rocosos es caracteritzen pels organismes que viuen sobre la roca (epifauna i epiflora). L'hidrodinamisme varia exponencialment en fondària i, per tant, els canvis principals es produeixen als nivells superiors (Ballesteros i Zabala, 1993), tant en fons durs com en fons tous. La temperatura no mostra una gran variació en fondària però sí estacionalment amb màximes de 25-27°C a l'agost i mínimes al voltant dels 14,5°C al febrer (Ballesteros i Zabala, 1993). Finalment, els nutrients mostren un cicle anual marcat, amb mínims durant l'estiu i la tardor (Ballesteros i Zabala, 1993).

En aquest capítol (1) recollirem els hàbitats infralitorals sobre substrat rocós presents a Cabrera, utilitzant la nomenclatura del llistat actual d'hàbitats marins a Espanya (Templado *et al.*, 2012), (2) donarem uns primers llistats de les espècies que poblen els fons tous infralitorals i una breu descripció d'alguns dels seus hàbitats, (3) posarem al dia les novetats en els coneixements sobre les macroalgues adquirits durant els darrers anys, (4) descriurem els principals resultats sobre aspectes ecosistèmics realitzats al parc, i (5) comentarem les mortalitats i desequilibris causats per proliferacions d'organismes bentònics oportunistes.

## MATERIAL I MÈTODES

El recull dels hàbitats de la zona infralitoral de Cabrera -prenent com a referència el llistat d'hàbitats presents a la "Lista Patrón de Hábitats Marinos Españoles" (LPRE, Templado *et al.*, 2012)- s'ha elaborat amb la informació obtinguda de l'exploració de les aigües del Parc Nacional mitjançant la immersió en escafandre autònom durant els darrers 25 anys. Les novetats en els coneixements adquirits en les diferents temàtiques abordades es comenten basant-nos en observacions pròpies o en els documents publicats o inèdits als que hem tingut accés. Hi ha exemplars de la majoria de les macroalgues reportades a la secció d'algues de l'herbari de la Universitat de Girona (HGI). Les mostres de sorres recol·lectades per a caracteritzar els hàbitats sedimentaris de l'arxipèlag es van obtenir durant els mesos de juny i juliol de 2005 i 2007 mitjançant una draga van Veen de 600 cm<sup>2</sup>, a fondàries compreses entre 7 i 12 m, i amb dues rèpliques per estació de mostreig (Es Port de Cabrera, s'Olla i llevant de l'illa des Conills). Les mostres es filtraven amb una xarxa de 500 µm, es fixaven tot seguit amb formaldehid al 10% en aigua de mar i es coloraven amb Rosa de Bengala. La identificació i quantificació dels organismes es feia al laboratori, identificant-los al nivell taxonòmic més baix possible i es comptava el nombre d'individus per a quantificar les seves abundàncies.

## RESULTATS

### HÀBITATS

L'exploració dels fons infralitorals de l'arxipèlag de Cabrera ha permès la identificació de nombrosos hàbitats de la roca infralitoral i dels fons sorrencs. Aquests es presenten a la Taula I i es comentem breument a continuació.

**Taula I.** Hàbitats infralitorals al Parc Nacional de l'arxipèlag de Cabrera seguint la classificació de la "Lista Patrón de Hábitats Marinos Españoles".

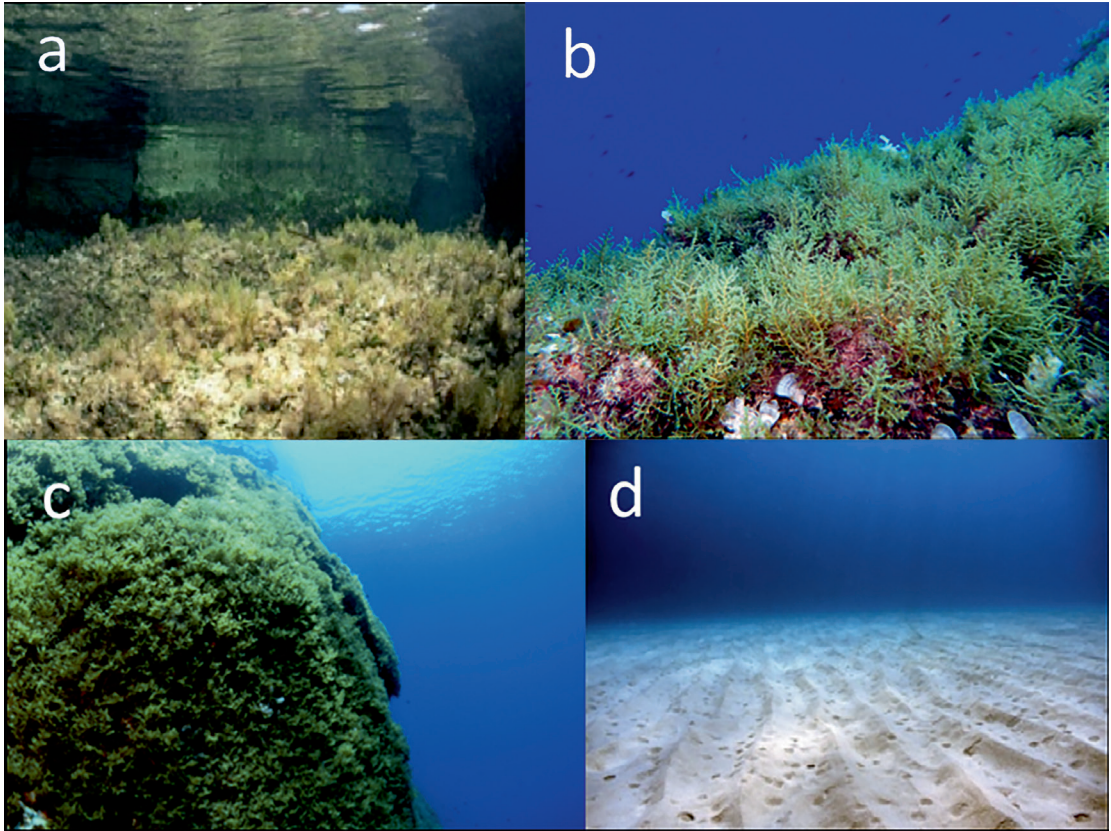
CODI LPRE	NIVELL	HÀBITATS
03	1	Estatges infralitoral i circalitoral
0301	2	Estatge infralitoral rocós i altres substrats durs
030102	3	Roca infralitoral superior moderadament exposada
03010221	4	Roca infralitoral superficial exposada, ben il·luminada, amb fucals
0301022102	5	Roca infralitoral superficial amb <i>Carpodesmia amentacea</i> var. <i>stricta</i>
03010222	4	Roca infralitoral superficial exposada, ben il·luminada, sense fucals
0301022201	5	Roca infralitoral superficial amb <i>Haliptilon virgatum</i>
0301022202	5	Roca infralitoral superficial ben il·luminada amb <i>Corallina elongata</i>
0301022203	5	Roca infralitoral superficial amb algues coral·linals i <i>Crambe crambe</i>
0301022204	5	Roca infralitoral superficial amb Dictiotals ( <i>Dictyota fasciola</i> , <i>Taonia atomaria</i> )
03010223	4	Roca infralitoral superficial exposada, escassament il·luminada
0301022302	5	Roca infralitoral superficial escassament il·luminada amb <i>Corallina elongata</i>
0301022304	5	Roca infralitoral superficial amb <i>Parvocaulis parvulus</i> / <i>Botryocladia botryoides</i>

030103	3	Roca infralitoral superior protegida
03010305	4	Roca infralitoral d'indrets protegits de l'onatge, ben il·luminats, amb fucals
0301030504	5	Roca infralitoral amb <i>Carpodesmia brachycarpa</i> (= <i>balearica</i> )
0301030506	5	Roca infralitoral amb <i>Cystoseira foeniculacea</i>
0301030508	5	Roca infralitoral amb <i>Cystoseira compressa</i>
0301030509	5	Roca infralitoral amb <i>Treptacantha elegans</i>
0301030510	5	Roca infralitoral amb <i>Cystoseira compressa</i> ssp. <i>pustulata</i>
03010307	4	Roca infralitoral d'indrets protegits de l'onatge, ben il·luminats, sense fucals
0301030701	5	Roca infralitoral amb <i>Padina pavonica</i>
0301030702	5	Roca infralitoral amb <i>Dasycladus vermicularis</i> / <i>Acetabularia acetabulum</i>
0301030703	5	Roca infralitoral amb ceramiàcies
0301030705	5	Roca infralitoral amb <i>Halopteris scoparia</i> / <i>Cladostephus spongiosus</i>
03010309	4	Blancalls en roca infralitoral superior
0301030902	5	Blancalls amb <i>Neogoniolithon brassica-floridal</i> / <i>Pseudolithoderma adriaticum</i>
0301030904	5	Blancalls amb <i>Anemonia sulcata</i>
03010310	4	Roca infralitoral superficial de llocs protegits de l'onatge, escassament il·luminada
0301031001	5	Roca infralitoral superficial amb <i>Peyssonnelia squamaria</i>
0301031003	5	Roca infralitoral amb <i>Cladophora prolifera</i>
0301031004	5	Roca infralitoral superficial amb <i>Halimeda tuna</i>
0301031006	5	Roca infralitoral amb <i>Zonaria tournefortii</i>
030104	3	Roca infralitoral inferior
03010413	4	Roca infralitoral mitjanament il·luminada, amb fucals
0301041301	5	Roca infralitoral amb <i>Treptacantha ballesterosii</i>
0301041302	5	Roca infralitoral amb <i>Carpodesmia funkii</i>
03010414	4	Roca infralitoral mitjanament il·luminada, sense fucals
0301041402	5	Roca infralitoral amb <i>Dictyopteris polydoides</i> / <i>Dictyopteris lucida</i>
0301041403	5	Roca infralitoral amb <i>Halopteris filicina</i>
0301041405	5	Roca infralitoral amb <i>Codium bursa</i>
<b>CODI LPRE NIVELL HÀBITATS</b>		
03010415	4	Roca infralitoral d'indrets resguardats, escassament il·luminats, amb dominància algal
0301041501	5	Roca infralitoral profunda amb <i>Peyssonnelia squamaria</i> i <i>Flabellia petiolata</i>
0301041502	5	Roca infralitoral profunda amb <i>Halimeda tuna</i>
0301041503	5	Roca infralitoral escassament il·luminada, amb <i>Halopteris filicina</i>
03010416	4	Roca infralitoral d'indrets protegits de l'onatge, escassament il·luminada, dominada per invertebrats
0301041601	5	Roca infralitoral amb <i>Myriapora truncata</i>
0301041602	5	Roca infralitoral amb <i>Parazoanthus axinellae</i>
0301041603	5	Roca infralitoral amb Clavelinidae ( <i>Pycnoclavella</i> spp., <i>Clavelina</i> spp.)
0301041604	5	Roca infralitoral amb esponges massives ( <i>Ircinia variabilis</i> , <i>Dysidea avara</i> )
0301041605	5	Roca infralitoral amb hidrozous ( <i>Sertularella</i> , <i>Eudendrium</i> )
0301041606	5	Roca infralitoral amb <i>Polycyathus muelleriae</i> , <i>Hoplangia durotrix</i> i altres antozous
0304	2	Estatges infralitoral i circalitoral sedimentaris
030401	3	Còdols i graves infralitorals i circalitorals
03040117	4	Fons de còdols de badies costaneres amb <i>Acetabularia acetabulum</i>
03040118	4	Fons de còdols infralitorals d'indrets exposats
03040119	4	Fons de còdols de la zona infralitoral inferior i d'indrets protegits de l'onatge

030402	3	Sorres i sorres fangoses infralitorals i circalitorals
03040218	4	Sorres grosses i graves infralitorals
03040219	4	Sorres mitjanes infralitorals
03040220	4	Sorres fines infralitorals ben calibrades
03040221	4	Sorres infralitorals d'indrets resguardats
03040222	4	Sorres fangoses infralitorals d'indrets protegits de l'onatge
03040223	4	Fons sedimentaris infralitorals inestables
0305	2	Alguers
030509	3	Alguers de <i>Cymodocea nodosa</i> de zones obertes, relativament profundes, sobre sorres
030512	3	Alguers de <i>Posidonia oceanica</i>
03051201	4	Alguers de <i>Posidonia oceanica</i> sobre mata morta (altina)
0305120201	4	Alguers de <i>Posidonia oceanica</i> sobre roca o blocs rocósos
0305120202	4	Alguers de <i>Posidonia oceanica</i> sobre còdols
0305120203	4	Alguers de <i>Posidonia oceanica</i> sobre detrític
0305120204	4	Alguers de <i>Posidonia oceanica</i> sobre sorra
0305120205	4	Alguers de <i>Posidonia oceanica</i> sobre sorra fangosa
03051203	4	Mata morta de <i>Posidonia oceanica</i>
030513	3	Alguers en badies i llacunes i herbeis d'algues verdes rizomatoses
03051301	4	Alguers de fanerògames en badies i llacunes
0305130104	5	Alguers de badies amb <i>Cymodocea nodosa</i>
03051302	4	Herbeis d'algues verdes rizomatoses
0305130201	5	Herbeis de <i>Caulerpa prolifera</i>
0305130202	5	Herbeis de <i>Caulerpa cylindracea</i>
0305130203	5	Herbeis d' <i>Halimeda incrassata</i>

Els hàbitats infalitorals rocósos són molt presents a Cabrera. La part més superficial de l'estatge infralitoral superior es caracteritza sobretot per l'horitzó de *Carpodesmia amentacea* var. *stricta*, present en llocs batuts per les onades i ben il·luminats. Per sota seu i fins a uns 2 m de fondària hi ha una sèrie d'hàbitats dominats per algues coral·linals erectes com *Haliptilon virgatum* o *Corallina elongata*, però en alguns llocs també hi domina la dictiotal *Dictyota fasciola*. Aquests hàbitats també substitueixen l'horitzó de *Carpodesmia amentacea* var. *stricta* si aquest està absent. Als llocs escassament il·luminats l'hàbitat és atribuïble al de *Parvocaulis parvulus* i *Botryocladia botryoides*, tot i que cap de les dues espècies és comuna a Cabrera. Els hàbitats de *Cystoseira compressa* i *Cystoseira compressa* var. *pustulata* són propis de llocs arrecerats i per tant són rars a Cabrera. Excepcionalment, a S'Olló, trobem els hàbitats dominats per *Treptacantha elegans* i *Cystoseira foeniculacea* (Fig. 1a). Sens dubte, però, l'hàbitat més abundant a l'arxipèlag és el de *Carpodesmia brachycarpa* (= *balearica*) (Fig. 1b), que ocupa la major part dels fons rocósos situats entre 2 i 20 metres de fondària, sempre en zones ben il·luminades. Quan les condicions no són les òptimes per a *C. brachycarpa* l'hàbitat canvia. L'hàbitat de *Padina pavonica* és propi de zones amb un herbivorisme mitjà-intens però si aquest és elevat apareix l'hàbitat de *Neogoniolithon brassica-florida* i *Pseudolithoderma adriaticum*; en tenim bons exemples a la paret orientada al sud de S'Estell des Coll. *Dasycladus vermicularis* i *Acetabularia acetabulum* són propis de roques amb sorra abundant, entre els alguers, com passa a llevant de l'illa des Conills. L'hàbitat d'*Halopteris scoparia* domina en indrets d'herbivorisme mitjà, en recuperació, o en ambients no adequats per al desenvolupament de d'algues Fucals. Els blancalls amb *Anemonia sulcata* apareixen en zones sorrenques i superficials molt resguardades com la part més interna del Port de Cabrera. En zones situades a l'ombra hi ha diversos hàbitats dominats per diferents espècies: *Peyssonnelia squamaria* en balmes, *Halimeda tuna* en indrets poc il·luminats i concrecionats, *Cladophora prolifera* en zones encalmades i lleugerament eutrofitzades o *Zonaria tournefortii* en roques poc il·luminades i mitjanament agitades com el fons de l'entrada de Sa Cova Blava.





**Figura 1.** Hàbitats de (a) *Cystoseira foeniculacea* (L'Olló), (b) *Carpodesmia brachycarpa* (Ses Rates), (c) *Dictyopteris polypodioides* (Imperial) i (d) de sorres fines (Es Burrí).

L'hàbitat de *Treptacantha ballesterosii* (= *C. spinosa*) és freqüent a Cabrera, sobretot a l'estatge infralitoral inferior, a fondàries situades entre 15 i 30 m, però també a menys fondària (4-10 m) com en alguns indrets de cala Santa Maria. L'hàbitat de *Carpodesmia*, en canvi, és molt rar i el coneixem només de la paret de llevant de la Imperial, entre 30 i 35 m de fondària. L'hàbitat dominant a Cabrera entre 20 i 35 m és, però, el de *Dictyopteris polypodioides* (Fig. 1c) que sovint substitueix el de *Carpodesmia brachycarpa* en fondària a les parets inclinades i fons de blocs de la major part de l'arxipèlag. L'hàbitat amb *Halopteris filicina* prefereix els indrets amb menys hidrodinamisme i el de *Codium bursa*, rar, és propi de fons amb un cert grau de sedimentació. En zones amb il·luminació reduïda dominen les algues esciòfiles en els llocs amb més llum i els invertebrats en els indrets més foscos. L'hàbitat de *Peyssonnelia squamaria* i *Flabellia petiolata* és el més estès, mentre que *Halimeda tuna* domina en indrets amb un cert grau de concrecionament i *Halopteris filicina* en llocs plans amb un cert grau de sedimentació. Els hàbitats de *Myriapora truncata* i *Parazoanthus axinellae* són propis de coves i balmes, *Pycnoclavella* i *Clavelina* ocupen espais reduïts en zones de blocs, l'hàbitat amb les esponges massives *Ircinia variabilis* i *Dysidea avara* és propi de les entrades de coves, el dels grans hidrozous (*Eudendrium*) dels ressalts amb un cert hidrodinamisme i l'hàbitat amb antozous colonials ocupa els sostres i les parts més internes de les balmes. Tots aquests hàbitats infralitorals amb dominància d'invertebrats, tot i haver-los situats a la zona infralitoral inferior, apareixen també a poca fondària, en el domini de la zona infralitoral superior.

Podem distingir dos grans tipus d'hàbitats sedimentaris infralitorals. Per una banda, els fons de còdols que són semblants als fons rocosos des del punt de vista de les característiques dels hàbitats que contenen. *Acetabularia acetabulum* domina en els còdols més superficials de zones d'aigües encalmades, mentre que les zones superficials exposades tenen un baix recobriment d'algues. En canvi, a una certa fondària els fons de còdols alberguen una interessant població d'algues erectes,

moltes d'elles rodòfits gelatinosos, de desenvolupament primaveral. D'altra banda hi ha els fons sorrencs, caracteritzats sobretot per la infauna, la qual depèn principalment de la mida dels grans de sorra. A Cabrera podem distingir, en zones obertes, tres tipus d'hàbitats segons la mida mitjana del gra del sediment: l'hàbitat de les sorres grosses i graves, el de sorres mitjanes i el de sorres fines (Fig. 1d). En indrets arrecerats, com a S'Olló i a alguns llocs del Port de Cabrera, apareix l'hàbitat de sorres infralitorals d'indrets resguardats, mentre que en aigües mitjanament profundes del Port de Cabrera o vora el moll hi apareixen les sorres fangoses infralitorals. Els fons sedimentaris infralitorals inestables estarien caracteritzats per aquells ambients on es concentren grans quantitats de restes de fanerògames marines.

A la Taula I hi hem afegit també els hàbitats d'alguers. A part dels diferents hàbitats formats per *Posidonia oceanica* hem d'esmentar els alguers de *Cymodocea nodosa* de zones obertes com els que es fan a la zona d'Es Burrí, els alguers de *Cymodocea nodosa* del Port de Cabrera i de zones més resguardades com S'Olló, i els herbeis d'algues verdes rizomatoses. L'hàbitat de *Caulerpa prolifera*, present a l'entrada del port de Cabrera, actualment està envaït per *Caulerpa cylindracea*. Les dues espècies formen alguers mixtes en diversos fons sedimentaris de l'arxipèlag, encara que *C. cylindracea* pot aparèixer també sola. L'alguer d'*Halimeda incrassata*, de nova aparició a Balears (Álós *et al.*, 2016), de moment (2019) és només present davant de Sa Platgeta i cala Santa Maria.

## Els fons sorrencs infralitorals

Totalment oblidats en el llibre d'Alcover *et al.* (1993), els fons sorrencs infralitorals de l'arxipèlag han estat molt poc estudiats si els comparem amb els fons rocosos. En el marc de projectes adreçats a implementar la Directiva Marc de l'Aigua a les Illes Balears s'han recollit mostres d'aquests ambients que en permeten una breu i alhora incompleta caracterització, però que representen un primer pas per a l'estudi d'aquests hàbitats a l'arxipèlag. En base a la mida mitjana dels grans de sorra hem identificat tres hàbitats diferents (Taula II).

**Taula II.** Distribució i abundàncies semiquantitatives dels tàxons presents a les comunitats de sorres infralitorals (sorres grosses, fines i mitjanes) estudiades a l'arxipèlag de Cabrera en tres indrets (illa des Conills, s'Olla i Es Port de Cabrera). L'escala semiquantitativa adoptada és la següent: d: dominant, a: abundant, c: comú. "s" vol dir "significatiu" i indica els tàxons més propis de l'hàbitat. Indiquem també les citacions noves per l'arxipèlag (x). Les abreviacions dels grups taxonòmics són els següents: biv: bivalve; act: actiniari, anf: amfipode; ofi: ofiuroïdeu; dec: decàpode; pol: poliquet; tan: tanaïdaci; tun: tunicat; sip: sipuncúlid; cef: cefalocordat; gas: gastròpode; cum: cumaci; ost: ostràcode; echi: equinoïdeu; iso: isòpode; mis: misidaci; nem: nematode; ner; nemertí; oli: oligoquet; arq: arquiànèlid; tur: turbel·lari. Al final s'indica el nombre de tàxons trobat per cada hàbitat.

Espècie	Grup	Cita nova			
		Conills Grosses	L'Olla Fines	Port Mitjanes	
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	biv			c	x
Actiniidae no identificats	act		c		
<i>Ampelisca brevicornis</i>	anf		d		x
<i>Ampelisca pseudospinimana</i>	anf			c	x
Amfípodes no identificats	anf	c			
Amphiuridae no identificats	ofi			c	
<i>Anapagurus laevis</i>	dec			c	x
<i>Aonides oxycephala</i>	pol			c	x
<i>Aora gracilis</i>	anf		c	s	x
<i>Aora spinicornis</i>	anf		c	c	x
<i>Apherusa alacris</i>	anf		a		x
<i>Aponuphis bilineata</i>	pol	c	c	c	x
<i>Apseudopsis latreillii</i>	tan		as		x
<i>Arabella</i> sp.	pol		a		

<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i>	pol		c	ds	x
<i>Aricidea capensis bansei</i>	pol		c		x
<i>Aricidea cerrutii</i>	pol		s	c	x
<i>Armandia cirrhosa</i>	pol			c	x
Ascidis no identificats	tun			s	
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	sip			s	x
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	anf	a	a		x
<i>Bathyporeia nana</i>	anf		c		x
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	cef	c		c	x
Callianassidae no identificats	dec			c	
<i>Capitella capitata</i>	pol		c	c	x
<i>Caprella acanthifera</i>	anf		c		x
Cardiidae no identificat	biv			c	
<i>Caulleriella alata</i>	pol		s		x
<i>Caulleriella bioculata</i>	pol			c	x
Cephalaspidea no identificat	gas			c	
<i>Chaetozone setosa</i>	pol			s	x
<i>Chamelea gallina</i>	biv		ds	c	
<i>Cheirocratus sundevallii</i>	anf			as	x
<i>Chondrochelia savignyi</i>	tan			s	x
<i>Chone filicaudata</i>	pol			a	x
<i>Cirratulus cirratus</i>	pol			c	x
<i>Cirrophorus furcatus</i>	pol	c			x
<i>Crangon crangon</i>	dec		c		x
<i>Cumella limicola</i>	cum			c	x
Cypridinadae no identificat	ost		c		
<i>Dialychone arenicola</i>	pol		s		x
<i>Dialychone collaris</i>	pol			s	x
<i>Diogenes pugilator</i>	dec			c	
<i>Dosinia lupinus</i>	biv		s		x
<i>Echinocyamus pusillus</i>	echi			s	x
<i>Erichthonius punctatus</i>	anf		s		x
<i>Euclymene collaris</i>	pol		c	as	x
<i>Eunice vittata</i>	pol			c	x
<i>Eurydice affinis</i>	iso	a			x
<i>Eurydice spinigera</i>	iso	a			x
<i>Eurydice</i> spp.	iso	a	c	a	
<i>Eusyllis</i> spp.	pol	c			x
<i>Exogone dispar</i>	pol			a	x
<i>Exogone naidina</i>	pol		c	a	x
<i>Exogone verugera</i>	pol		as	a	x
<i>Fabriciola tonerella</i>	pol			a	x
<i>Fabulina fabula</i>	biv		s		x
Flabelligeridae no identicats	pol			c	
Gasteròpodes no identificats	gas	c		c	
<i>Gastrosaccus sanctus</i>	mis		c		x
<i>Gibberula</i> spp.	gas			c	
<i>Glycera oxycephala</i>	pol		c		x
<i>Guerneia coalita</i>	anf		c	c	x
Harpacticoids no identificats	cop			c	
<i>Hesionura serrata</i>	pol	c			x



<i>Iphinoe serrata</i>	cum		c	c	x
<i>Iphinoe tenella</i>	cum			c	x
<i>Iphinoe trispinosa</i>	cum		c		x
Isòpods no identificats	iso			c	
<i>Lekanesphaera</i> spp.	iso	a			
<i>Leptocheirus pectinatus</i>	anf	c		s	x
<i>Leucothoe incisa</i>	anf			c	x
<i>Leucothoe occulta</i>	anf			c	x
<i>Loripes orbiculatus</i>	biv		ds	a	x
<i>Lucinella divaricata</i>	biv		s	c	x
<i>Lumbrinerides acuta</i>	pol		c		x
<i>Lumbrineris latreilli</i>	pol			c	x
<i>Lysianassa caesarea</i>	anf		c		x
<i>Lysidice unicornis</i>	pol			c	x
<i>Magelona mirabilis</i>	pol		c		x
<i>Mastobranthus trinchessii</i>	pol			as	x
<i>Medicorophium runcicorne</i>	anf		c		x
<i>Megaluropus massiliensis</i>	anf	c	s		x
<i>Megaluropus monasteriensis</i>	anf	a			x
<i>Micronephthys stammeri</i>	pol		s	c	x
<i>Moerella donacina</i>	biv		s	c	x
<i>Myrtea spinifera</i>	biv		c		x
<i>Mytilaster marioni</i>	biv			c	x
Nematodes no identificats	nem	c		ds	
Nemertins no identificats	ner	c	c	ds	
<i>Nephtys cirrosa</i>	pol		c		x
<i>Nereis</i> spp.	pol			s	
<i>Notocirrus scoticus</i>	pol		c		x
<i>Notomastus latericeus</i>	pol		c		x
<i>Nototropis guttatus</i>	anf	c			x
<i>Nototropis massiliensis</i>	anf		c		x
<i>Odontosyllis fulgurans</i>	pol		c		x
Oedicerotidae no identificats	anf			c	
Oligoquets no identificats	oli	s		a	
<i>Ophiura albida</i>	ofi			c	x
<i>Ophiura ophiura</i>	ofi			c	x
Ofiuroïdeus no identificats	ofi			s	
Ostràcode no identificat 1	ost		c		
Ostràcode no identificat 3	ost			c	
Ostràcode no identificat 4	ost			s	
<i>Oxydromus pallidus</i>	pol	c		s	x
<i>Pagurus prideaux</i>	dec			c	x
<i>Papillicardium papillosum</i>	biv			c	
<i>Paradoneis armata</i>	pol		as	d	x
<i>Paradoneis ilvana</i>	pol	a	c		x
<i>Parapionosyllis brevicirra</i>	pol			c	x
<i>Parapionosyllis elegans</i>	pol	a			x
<i>Parexogone hebes</i>	pol	c			x
<i>Parvicardium minimum</i>	biv			c	x
<i>Parvipalpus</i> sp. 1	anf			c	
<i>Peresiella clymenoides</i>	pol		s		x

<i>Periocolodes aequimanus</i>	anf			c	x
<i>Periocolodes longimanus</i>	anf		a	a	x
<i>Philine aperta</i>	gas			c	x
<i>Phtisica marina</i>	anf	c	c	as	x
<i>Poecilochaetus serpens</i>	pol		c		x
<i>Polycirrus</i> spp.	pol			a	
<i>Prionospio cirrifer</i>	pol			a	x
<i>Prionospio fallax</i>	pol			a	x
<i>Prionospio multibranchiata</i>	pol		s		x
<i>Prosphaerosyllis campoyi</i>	pol			as	x
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	pol	s		a	x
<i>Protomystides bidentata</i>	pol	c		c	x
<i>Pseudocuma longicorne</i>	cum		c		x
<i>Pseudoprotella phasma</i>	anf		s		x
<i>Retusa umbilicata</i>	gas		c		x
<i>Rissoa parva</i>	gas			c	
<i>Saccocirrus</i> spp.	arq	as			
<i>Salvatoria clavata</i>	pol			c	x
<i>Scalibregma celticum</i>	pol			c	x
<i>Schistomeringos neglecta</i>	pol		c	s	x
<i>Scolaricia typica</i>	pol		as		x
<i>Scolecipis squamata</i>	pol	c			x
<i>Scoletoma impatiens</i>	pol			c	x
<i>Serratina serrata</i>	biv		c		x
<i>Sigalion mathildae</i>	pol		c		x
<i>Siphonocetes dellavallei</i>	anf	c			x
Sipuncúlids no identificats	sip			ds	
Spatangidae no identificats	echi			c	
<i>Sphaeroma serratum</i>	iso			a	x
<i>Spio decorata</i>	pol	c	s		x
<i>Spisula subtruncata</i>	biv		s		x
<i>Stenothoe elachistoides</i>	anf	c			x
<i>Stenothoe monoculoides</i>	anf		c		x
<i>Sthenelais limicola</i>	pol		c		x
<i>Syllidia armata</i>	pol			s	x
<i>Syllis beneliahuae</i>	pol			as	x
<i>Syllis rosea</i>	pol			c	x
<i>Tanaissus</i> spp.	tan		c		
<i>Tectonatica rizzae</i>	gas			c	x
<i>Tritia neritea</i>	gas	c			x
<i>Tritia pellucida</i>	gas		c		x
<i>Tritia pygmaea</i>	gas		c		x
Turbelaris no identificats	tur			c	
<i>Turritella</i> spp.	gas			c	
Veneridae no identificats	biv		c	c	
<i>Venus verrucosa</i>	biv			c	
<b>Nº tàxons</b>		<b>33</b>	<b>71</b>	<b>98</b>	

L'hàbitat de sorres grosses té una mida de gra mitjà superior a les 500 µm i la quantitat de matèria orgànica en el sediment és molt baixa (<0,8%). El percentatge de la fracció fina (<63 µm) és també molt baix (0,03%), la qual cosa no permet que es retingui matèria orgànica però tampoc

contaminants. El nombre de tàxons trobats a Cabrera és molt baix, en un hàbitat que ja és de per sí de baixa biodiversitat. La majoria d'organismes són carnívors i suspensívors. Hem de destacar l'elevada abundància dels amfípodes *Bathyporeia guilliamsoniana* i *Megaluropus monasteriensis*, diverses espècies d'isòpodes com *Eurydice affinis*, *Eurydice spinigera* i *Lekanosphaera* sp., i els poliquets *Paradoneis ilvana* i *Parapionosyllis elegans*. A més, els arquiànèl·lids del gènere *Saccocirrus* i els oligoquets són molt abundants i caracteritzen aquest ambient a Cabrera.

L'hàbitat de sorres mitjanes té una mida de gra situat entre les 250 i les 500 µm, amb un percentatge de matèria orgànica superior al 2,5%, sovint en forma de detritus provinents de *Posidonia oceanica*. El percentatge de la fracció fina augmenta fins al 8%. La fauna és molt més diversa -tant taxonòmicament com funcional- i abundant. Els poliquets són el grup més abundant i destaquem com a espècies més dominants a *Aricidea (Acmira) catherinae*, *Chone filicaudata*, *Euclymene collaris*, *Exogone* spp., *Fabriciola tonerella*, *Mastobranchus trinchessii*, *Paradoneis armata*, *Prionospio cirrifer*, *Prionospio fallax*, *Polycirrus* spp., *Prosphaerosyllis campoyi*, *Protodorvillea kefersteini* i *Syllis beneliabuae*. Nematodes, nemertins, sipuncúlids i oligoquets són també abundants. D'entre els amfípodes destaquem *Cheirocratus sundevallii*, *Perioculodes longimanus* i *Phtisica marina*, aquest darrer associat a les restes de *Posidonia oceanica*. *Sphaeroma serratum* és l'únic isòpode abundant. D'entre els mol·luscs bivalves destaca *Loripes orbiculatus*.

L'hàbitat de sorres fines té una mida de gra situat entre 125 i 250 µm i la quantitat de matèria orgànica de les mostres de Cabrera és sorprenentment menor que la de les sorres mitjanes (1%). *Loripes orbiculatus* i *Chamelea gallina* caracteritzen aquest hàbitat a Cabrera. L'amfípode *Ampelisca brevicornis* i el tanaïdaci *Apseudopsis latreillii* són espècies dominants, mentre que els amfípodes *Apherusa alacris*, *Bathyporeia guilliamsoniana* i *Perioculodes longimanus* són abundants. També podem considerar abundants als poliquets *Arabella* sp., *Exogone verugera*, *Paradoneis armata* i *Scolaricia typica*.

## Les macroalgues

L'augment de coneixement en l'àmbit de les macroalgues prové principalment de l'estudi de les algues introduïdes a partir de l'any 2000 a l'arxipèlag, i de la tesi de Natàlia Sant (2003) realitzada parcialment a Cabrera.

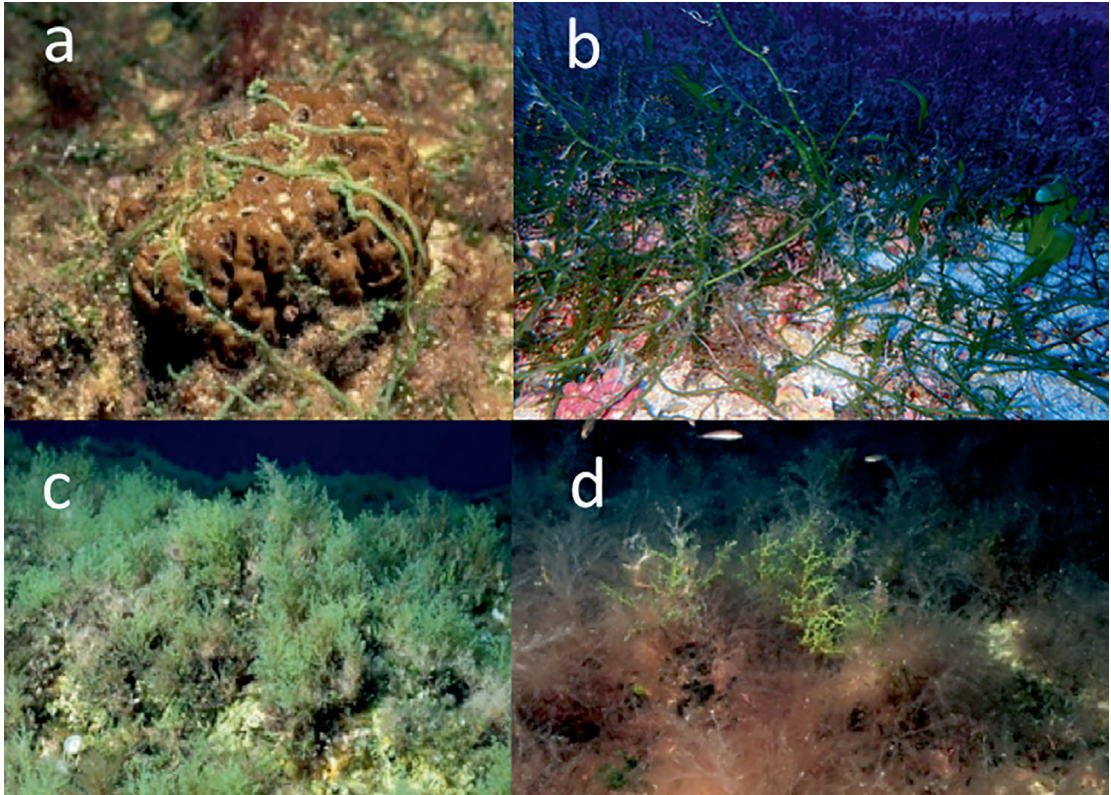
A l'arxipèlag de Cabrera hi ha 6 espècies d'algues introduïdes amb potencial invasor que colonitzen els fons infralitorals (Taula III).

**Taula III.** Espècies, abundàncies i any de primera detecció de les algues introduïdes amb potencial invasor als fons infralitorals de l'arxipèlag de Cabrera.

Espècie	Abundància	Detecció
<i>Caulerpa cylindracea</i>	Habitual	2003
<i>Womersleyella setacea</i>	Rara	1995
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	Ocasional	1996 (?)
<i>Lophocladia lallemandii</i>	Habitual	2002
<i>Acrothamnion preissii</i>	Raríssima	2008
<i>Halimeda incrassata</i>	Rara	2016

*Caulerpa cylindracea* (= *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*) es va detectar a l'arxipèlag de Cabrera l'any 2003 i en pocs anys ja es distribuïa per tota mena d'hàbitats des de 0 fins a més de 50 m (Cebrian i Ballesteros, 2009). Tot i que *C. cylindracea* és més abundant en aigües profundes, entre 30 i 50 m, apareix arreu de la zona infralitoral i en algun lloc (caló des Palangrers, per exemple) pot arribar a flor d'aigua. En cap cas mostra una variació en la seva abundància lligada a l'estacionalitat però sí té una gran variabilitat temporal (Cebrian i Ballesteros, 2009). Les poblacions situades a l'estatge infralitoral tenen les frondes més curtes que les de fondària (Cebrian i Ballesteros, 2009) (Fig. 2a,b). D'altra banda, *C. cylindracea* és una alga preferida en la dieta de les salpes (*Sarpa salpa*)

fins al punt que aquests peixos podrien arribar a controlar les seves poblacions (Tomas *et al.*, 2011). En canvi, el resultats obtinguts per Cebrian *et al.* (2011a) apunten a que les garotes (*Paracentrotus lividus*), tot i consumir *C. cylindracea*, són incapaces de controlar les seves poblacions, sobretot quan aquestes són abundants. Segons Wagensteen *et al.* (2018) la invasió per *C. cylindracea* no altera la biodiversitat del macrobentos ni del meiobentos.



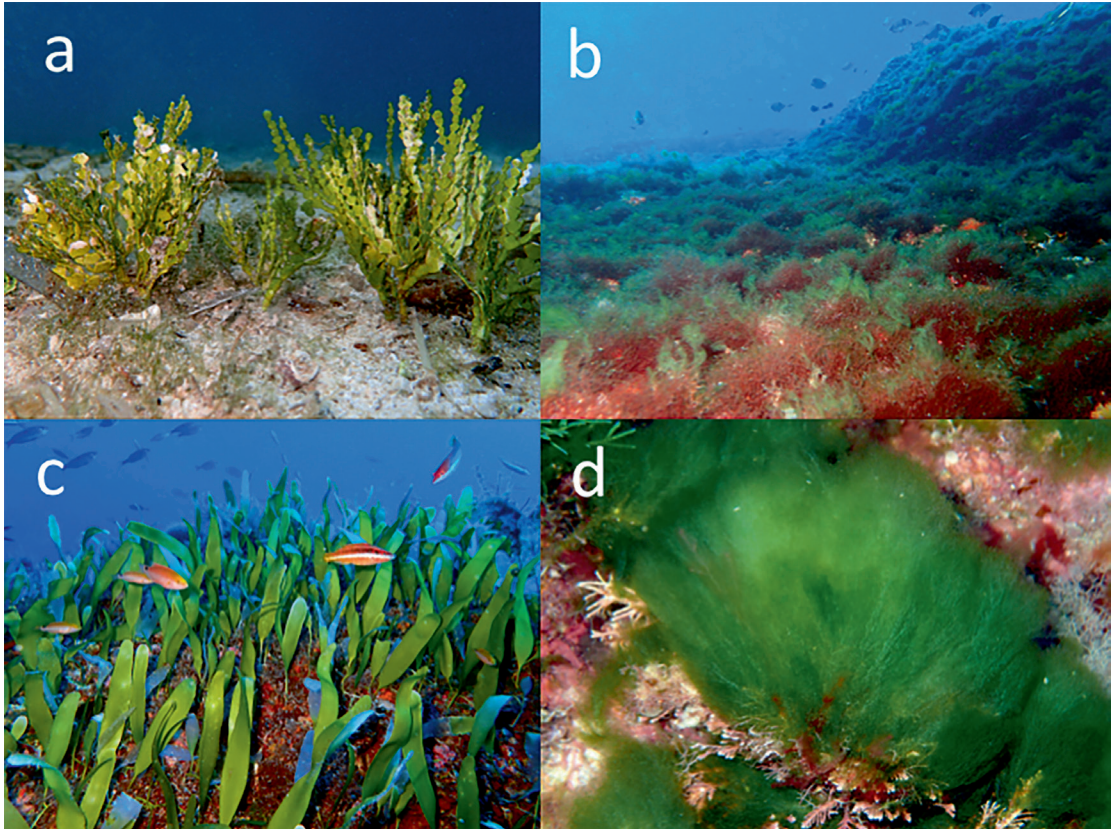
**Figura 2.** (a) Aspecte de *Caulerpa cylindracea* creixent en hàbitats superficials (Na Foradada, 3 m). (b) Aspecte de *Caulerpa cylindracea* creixent en hàbitats profunds (Na Foradada, 30 m). (c) Hàbitat de *Carpodesmia brachycarpa* al mes de maig (Ses Rates, any 2006). (d) Hàbitat de *Carpodesmia brachycarpa* envaït per *Lophocladia lallemandii* al mes d'octubre (Ses Rates, any 2006).

*Lophocladia lallemandii* també es va detectar inicialment a Cabrera l'any 2003 quan ja mostrava una distribució bastant homogènia entre 0 i 30 m de fondària (Cebrian i Ballesteros, 2010a). Contràriament a *Caulerpa cylindracea*, *Lophocladia lallemandii* mostra una variació estacional molt marcada (Fig. 2c, d), amb un major creixement i biomassa a l'estiu i a principis de tardor, època on hi ha un major nombre d'estructures reproductores (Cebrian i Ballesteros, 2010a). El potencial reproductor de *L. lallemandii* és molt elevat i el fet que els tal·lus es puguin adherir lateralment a qualsevol mena de substrat mitjançant discs fixadors originats al llarg dels eixos vegetatius (Ballesteros *et al.*, 2007) fa que el potencial invasor d'aquesta espècie sigui extraordinari. Això no obstant, a partir de 2015 hem observat una disminució progressiva però radical en l'abundància d'aquesta espècie a tot Cabrera, de forma similar al que ha passat a Eivissa i Formentera (EB, dades inèdites), quedant acantonada sobretot a la part superior de l'estatge infralitoral (1 a 3 m de fondària), preferiblement en zones inclinades. Aquesta disminució no pot ser atribuïda a un efecte de l'herbivorisme ja que *L. lallemandii* és una espècie rebutjada per les salpes (Tomas *et al.*, 2011). Altres densitats de garotes (*Paracentrotus lividus*) poden limitar el creixement de *L. lallemandii* encara que no la consumeixin doncs eliminen aquelles espècies d'algues sobre les que *L. lallemandii* s'instal·la com a epífita (Cebrian *et al.*, 2011a); això no explica, però, la ja esmentada disminució generalitzada de *L. lallemandii* a Cabrera, doncs en els darrers anys no hi ha hagut un augment de la densitat de garotes a l'arxipèlag. La invasió per *L. lallemandii* té també un efecte sobre les



comunitats a nivell de la biodiversitat que alberguen (Wagensteen *et al.*, 2018): s'observa un lleuger increment a nivell del macrobentos i un descens en el meiobentos, tot i que l'índex de diversitat de Shannon no mostra cap mena de variació.

*Halimeda incrassata* és una espècie de nova aparició (primavera-estiu de 2016) a Cabrera (Fig. 3a) que de moment està localitzada a la zona de Sa Platgeta i cala Santa Maria, on ràpidament colonitza els fons sorrencs i els fons de mata morta, tal i com ho fa al sud de Mallorca (Alós *et al.*, 2016). Les observacions fetes fins ara suggereixen que *H. incrassata* pot sobreviure l'hivern exitosament i mantenir poblacions interanuals (FT, dades inèdites).



**Figura 3.** (a) Creixement d'*Halimeda incrassata* a sa Platgeta (octubre 2017, 2 m). (b) Proliferació de *Wurdemannia miniata* a sa Cova Blava (octubre 2017, 10 m). (c) Abundància de *Caulerpa prolifera* al coral-ligen (Punta de sa Cova Blava, octubre 2017, 40 m). (d) *Derbesia tenuissima* creixent a la Imperial (octubre 2017, 8 m).

Es desconeix exactament quan *Asparagopsis taxiformis* va colonitzar l'arxipèlag però segurament fou a finals de la dècada dels 90. Els gametòfits d'aquesta espècie no són gairebé mai abundants però apareixen durant la primavera per a fer-se molt més rars en el transcurs de l'estiu. Els tetrasporòfits (fase *Falkenbergia*) estan presents durant tot l'any, habitualment en poca abundància, encara que poden arribar a ser comuns en indrets inclinats situats a poca fondària (1 a 5 m). No és una espècie que tingui un caràcter invasor a Cabrera.

*Womersleyella setacea* és una espècie de distribució preferentment circalitoral a Cabrera, encara que està present a la part inferior de l'estatge infralitoral (Ballesteros, 2004), on no fa mai recobriments importants.

A les Illes Balears, *Acrothamnion preissii* apareix sobretot en indrets poc il·luminats de l'estatge infralitoral (Ballesteros, 2004), però a Cabrera és una alga raríssima, on només l'hem observada una sola vegada i de forma testimonial.



Durant els darrers 10 anys hem observat també la proliferació d'una espècie identificable morfològicament com a *Wurdemannia miniata* (Fig. 3b). Aquest rodòfit tant creix en les comunitats d'algues fotòfiles cespitoses, entre 5 i 20 m de fondària formant coixinets molt compactes, com a les entrades de coves (Sa Cova Blava, per exemple), on té una forma menys compacta i substitueix *Zonaria tournefortii* com a espècie principal. Per la seva expansió recent podria no tractar-se de *Wurdemannia miniata* sinó d'una espècie introduïda, morfològicament semblant. Un altre cas remarcable és la proliferació de *Caulerpa prolifera* en tota mena d'ambients (Fig. 3c). Aquesta espècie era present en diversos hàbitats a la dècada dels 80 (Ballesteros *et al.*, 1993) però actualment ha passat a ser abundant, sovint acompanyant *Caulerpa cylindracea*. Finalment, l'any 2017 van aparèixer proliferacions extraordinàries d'una espècie de característiques morfològiques semblants a *Derbesia tenuissima* en parets i esquerdes amb un cert hidrodinamisme, entre 5 i 20 m de fondària, arreu de l'arxipèlag (Fig. 3d).

Les comunitats de la zona infralitoral dominades per algues tenen un eix de variació principal que és la fondària i un eix de variació secundari relacionat fortament amb l'estacionalitat (Sant *et al.* 2017). Àrees de mostreig de 500 a 950 cm<sup>2</sup> són suficients per capturar la variabilitat espacial qualitativa i àrees lleugerament inferiors (250 a 800 cm<sup>2</sup>) corresponen a l'àrea mínima estructural de les comunitats estudiades per Sant (2003) (*Carpodesmia amentacea* var. *stricta*, *Padina pavonica*, *Carpodesmia brachycarpa* i *Dictyopteris polypodioides*). El nombre d'espècies i la diversitat augmenta de superfície en fondària, tot i que els mínims es troben a la comunitat de *Padina pavonica*, comunitat que està afectada per un herbivorisme intens causat per les garotes (*Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula*). La biomassa de les algues erectes és màxima a la comunitat de *Carpodesmia amentacea* var. *stricta*, amb gairebé 1000 g pes sec·m<sup>-2</sup> i mínima a les de *Padina pavonica* i *Dictyopteris polypodioides*, on és d'una tercera part de la comunitat de *Carpodesmia*. L'estació de l'any més diversificada és l'hivern (Sant, 2003). D'altra banda Martí *et al.* (2005) troben una variació estructural més elevada a les comunitats d'algues més ben il·luminades (fotòfiles) que a les hemiesciòfiles i esciòfiles.

Sant i Ballesteros (2020) realitzen també estudis ecofisiològics (resposta de la producció a l'augment de la irradiància, respiració, contingut en nutrients) d'algunes de les algues de l'arxipèlag dominants de menys a més fondària: *Carpodesmia amentacea* var. *stricta*, *Dictyota fasciola*, *Padina pavonica*, *Carpodesmia brachycarpa*, *Dictyopteris polypodioides*, *Flabellia petiolata*, *Halopteris filicina*. Les algues que viuen a major fondària estan més ben adaptades a aprofitar la poca llum que els arriba, mentre que les algues més fotòfiles tenen una eficiència fotosintètica inferior. Aquests resultats es corresponen bé amb el comportament típic de "plantes d'ombra" i de "plantes de sol", respectivament, i explica, en part, la distribució batimètrica diferencial de les espècies. Curiosament, però, les produccions màximes no s'ajusten a les prediccions sol-ombra ja que aquelles no són necessàriament majors en les algues fotòfiles, i per tant no explica que les algues esciòfiles no predominin també en les comunitats més superficials (Sant i Ballesteros, 2020). Les variacions estacionals en producció i respiració són remarcables i en línies generals els valors més baixos es presenten a l'hivern. Les concentracions de nitrogen i fòsfor de les algues estudiades són molt baixes i es troben ben per sota dels valors crítics proposats a la literatura, sobretot a l'estiu, la qual cosa suggereix que la producció ha d'estar limitada per nutrients. Aquelles espècies amb continguts més alts de nitrogen mostren unes produccions més elevades (Sant i Ballesteros, 2020).

Tot i que no hi ha hagut un estudi exhaustiu dels cianobacteris ni de la flora algològica de l'arxipèlag, els diferents treballs sobre les comunitats algals i recol·leccions realitzades de forma esporàdica durant els darrers 25 anys, ens permeten presentar una sèrie de noves aportacions a la flora de macroalgues. En total reportem aquí un total de 72 nous tàxons per l'arxipèlag (3 cianobacteris, 9 cloròfits, 17 ocròfits, 43 rodòfits; Taula IV), no citats a Ballesteros (1993) ni a Ballesteros *et al.* (1997), encara que alguns d'ells estiguin citats a la tesi inèdita de Sant (2003) i a Sant *et al.* (2017). A part de les espècies invasores -ja comentades prèviament- hi ha alguns tàxons que mereixen un comentari especial. *Acetabularia calyculus*, per exemple, és present als fons sorrencs profunds situats entre Cabrera i l'illa des Conills i *Pseudocrouania ischiana* és una espècie molt rara a la Mediterrània recol·lectada a la comunitat de *Carpodesmia brachycarpa* de S'Estell des Coll.

**Taula IV.** Llistat dels cianobacteris i les macroalgues no citades prèviament de l'arxipèlag de Cabrera.

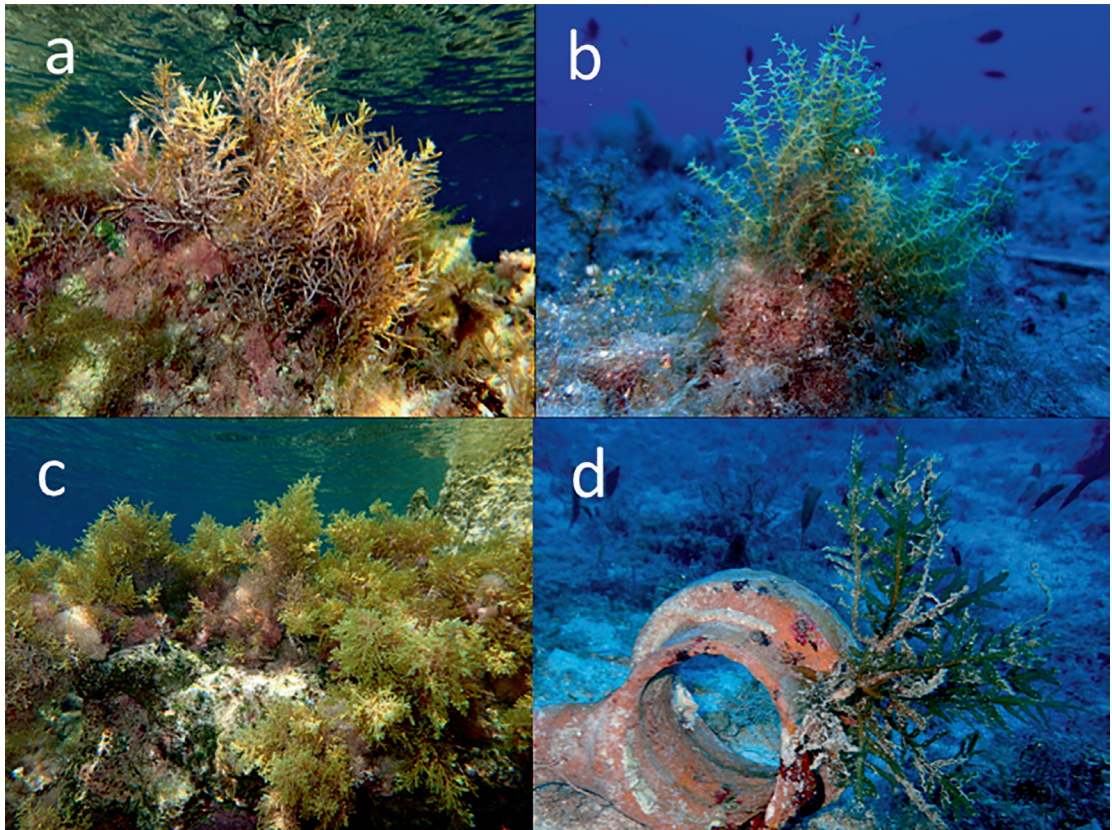
<b>Cyanobacteria</b>	<b>Rhodophyta</b>
<i>Isactis plana</i> Thuret ex Bornet i Flahault	<i>Acrothamnion preissii</i> (Sonder) Wollaston
<i>Lyngbya aestuarii</i> Liebman ex Gomont	<i>Acrosymplyton purpuriferum</i> (J. Agardh) Sjösted
<i>Oscillatoria miniata</i> Hauck ex Gomont	<i>Antithamnion decipiens</i> (J. Agardh) Athanasiadis
<b>Chlorophyta</b>	<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan
<i>Acetabularia calyculus</i> J.V. Lamouroux	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i> (Woodward) C. Agardh
<i>Bryopsis duplex</i> De Notaris	<i>Botryocladia madagascariensis</i> G. Feldmann
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C. Agardh	<i>Callithamnion corymbosum</i> (Smith) Lyngbye
<i>Caulerpa cylindracea</i> Sonder	<i>Compsothamnion gracillimum</i> De Toni
<i>Cladophora liebetruthii</i> Grunow	<i>Compsothamnion thuioides</i> (Smith) Nägeli
<i>Cladophora rupestris</i> (Linné) Kützing	<i>Cottoniella filamentosa</i> (M. Howe) Boergesen
<i>Ulva compressa</i> Linné	<i>Cruoria cruoriiiformis</i> (P. Crouan i H. Crouan) Denizot
<i>Ulva fasciata</i> Delile	<i>Dasya penicillata</i> Zanardini
<i>Umbraulva dangeardii</i> M.J. Wynne i G. Furnari	<i>Dasya rigidula</i> (Kützing) Ardissona
<b>Ochrophyta</b>	<i>Erythrogllossum balearicum</i> J. Agardh ex Kylin
<i>Acinetospora crinita</i> (Carmichael) Sauvageau	<i>Felicinia marginata</i> (Roussel) Manghisi <i>et al.</i>
<i>Arthrocladia villosa</i> (Hudson) Duby	<i>Gastroclonium clavatum</i> (Roth) Ardissona
<i>Asperococcus bullosus</i> J.V. Lamouroux	<i>Griffithsia schousboei</i> Montagne
<i>Cladosiphon mediterraneus</i> Kützing	<i>Nesoa latifolia</i>
<i>Treptacantha elegans</i>	(P. Crouan i H. Crouan ex Kützing) Lee i Kim
(Sauvageau) Orellana i Sansón	<i>Halymenia elongata</i> C. Agardh
<i>Cystoseira foeniculacea</i> f. <i>latiramosa</i> (Ercegovic)	<i>Halymenia floresii</i> (Clemente) C. Agardh
Gómez-Garreta <i>et al.</i>	<i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kützing
<i>Treptacantha ballesterosii montagnei</i> var. <i>compressa</i>	<i>Liagora viscida</i> (Forsskal) C. Agardh
(Ercegovic)	<i>Lithophyllum cabiochiae</i> (Boudouresque i Verlaque)
Verlaque <i>et al.</i>	Athanasiadis
<i>Elachista jabukae</i> Ercegovic v. <i>mediterranea</i> (Furnari)	<i>Lophocladia lallemandii</i> (Montagne) F. Schmitz
Cormaci i Furnari	<i>Mesophyllum alternans</i> (Foslie) Cabioch i Mendoza
<i>Feldmannia globifera</i> (Kützing) Hamel	<i>Metapeysonnelia feldmanni</i> Boudouresque,
<i>Hydroclathrus clathratus</i> (C. Agardh) Howe	Coppejans i Marcot
<i>Leathesia mucosa</i> J. Feldmann	<i>Nemalion elminthoides</i> (Vellay) Batters
<i>Nemacystus flexuosus</i> (C. Agardh) Kylin	<i>Nemastoma dichotomum</i> J. Agardh
<i>Nematochrysisopsis marina</i> (J. Feldmann) C. Billard	<i>Osmundea truncata</i> (Kützing) K.W. Nam i Maggs
<i>Pseudolithoderma adriaticum</i> (Hauck) Verlaque	<i>Palisada tenerima</i> (Cremades) Serio <i>et al.</i>
<i>Spatoglossum solieri</i> (Chauvin ex Montagne) Kützing	<i>Peyssonnelia polymorpha</i> (Zanardini) F. Schmitz
<i>Sporochmus pedunculatus</i> (Hudson) C. Agardh	<i>Phyllophora herediae</i> (Clemente) J. Agardh
<i>Chrysophaeum taylorii</i> I.F. Lewis i H.F. Bryan	<i>Platoma cyclocolpum</i> (Montagne) F. Schmitz
	<i>Pseudocrouania ischiana</i> Funk
	<i>Pterocradiella capillacea</i> (S.G. Gmelin)
	Santelices i Hommersand
	<i>Pyropia elongata</i> (Kylin) Neefus i J. Brodie
	<i>Scinaia complanata</i> (Collins) A.D. Cotton
	<i>Sebdenia dichotoma</i> Berthold
	<i>Sebdenia rodrigueziana</i> (J. Feldmann) Codomier ex
	Parkinson
	<i>Tricleocarpa fragilis</i> (Linné) Huisman i R.A. Townsend
	Verlaquea <i>lacerata</i> (J. Feldmann)
	Le Gall i Vergès <i>in</i> Saunders
	<i>Vickersia baccata</i> (J. Agardh) Karsakoff
	<i>Womersleyella setacea</i> (Hollenberg) R.E. Norris

Les espècies de l'antic gènere *Cystoseira* mereixen un comentari a part. A la Taula V podem veure els tàxons reconeguts a Cabrera actualment. L'espècie *Carpodesmia mediterranea* citada amb dubtes a Cabrera (Ballesteros, 1993) pensem ara que es tracta de *Carpodesmia amentacea* var. *stricta* (Cormaci *et al.*, 2012). *Carpodesmia brachycarpa* havia estat citada a Cabrera (Ballesteros, 1993) sota el binomi *Cystoseira balearica*. Les cites de *Cystoseira humilis* (Ballesteros, 1993) corresponen en realitat a *Cystoseira compressa* ssp. *pustulata* en el sentit que li dona Verlaque a Thibaut *et al.* (2015). *Cystoseira ercegovicii* i *Cystoseira spinosa* són sinònims de *C. foeniculacea* (Fig. 4a) i *Treptacantha ballesterosii*

(Fig. 4b), respectivament (Cormaci *et al.*, 2012; Sellam *et al.*, 2017), ja citades a Ballesteros (1993). Finalment les citacions de *Cystoseira jabukae* a Cabrera i a la resta de Balears per Gómez-Garreta i Ballesteros (1992) corresponen a *Carpodesmia funkii* com demostren Verlaque *et al.* (1999). A S'Olló, hi ha una espècie que conviu amb *C. foeniculacea*, *Treptacantha ballesterosii* i *C. compressa* ssp. *pustulata* als hàbitats superficials i que hem identificat temptativament com a *Treptacantha elegans* (Fig. 4c). D'altra banda, hem observat (sense recol·lectar) dos exemplars de *Treptacantha ballesterosii* var. *compressa* (= *C. spinosa* var. *compressa*) a la punta des Cap de Llebeig, cap a uns 35 m de fondària. Finalment, *Cystoseira foeniculacea* f. *latiramosa* és present a diversos indrets de l'arxipèlag, notablement a l'entrada del Port de Cabrera, entre 22 i 35 m de fondària (Fig. 4d).

**Taula V.** Llistat de les espècies de l'antic gènere *Cystoseira* actualment reconegudes a l'arxipèlag de Cabrera.

<i>Carpodesmia amentacea</i> (C. Agardh) Bory var. <i>stricta</i> Montagne	<i>Cystoseira foeniculacea</i> f. <i>latiramosa</i> (Ercegovic) Gómez-Garreta <i>et al.</i>
<i>Carpodesmia brachycarpa</i> J. Agardh	<i>Carpodesmia funkii</i> Schiffner ex Gerloff i Nizamuddin
<i>Cystoseira compressa</i> (Esper) Gerloff i Nizamuddin	<i>Treptacantha ballesterosii</i> J. Agardh
<i>Cystoseira compressa</i> ssp. <i>pustulata</i> (Ercegovic) Verlaque	<i>Treptacantha ballesterosii</i> var. <i>compressa</i> (Ercegovic) Verlaque <i>et al.</i>
<i>Treptacantha elegans</i> Sauvageau	<i>Carpodesmia zosteroides</i> (Turner) C. Agardh
<i>Cystoseira foeniculacea</i> (Linné) Greville	



**Figura 4.** Espècies destacables pertanyents a l'antic gènere *Cystoseira* presents a l'arxipèlag de Cabrera: (a) *Cystoseira foeniculacea* (L'Olló, 1 m), (b) *Treptacantha ballesterosii* (Na Foradada, 22 m), (c) *Treptacantha elegans* (L'Olló, 1 m), (d) *Cystoseira foeniculacea* f. *latiramosa* (Port de Cabrera, 28 m).



## ASPECTES ECOSISTÈMICS DELS FONS ROCOSOS INFRALITORALS

Experiments fets a Cabrera demostren que les esponges dels fons infralitorals tenen metabòlits que dissuadeixen als peixos de menjar-se-les i aquesta dissuasió és sovint específica per a cada espècie (Becerro *et al.*, 2003).

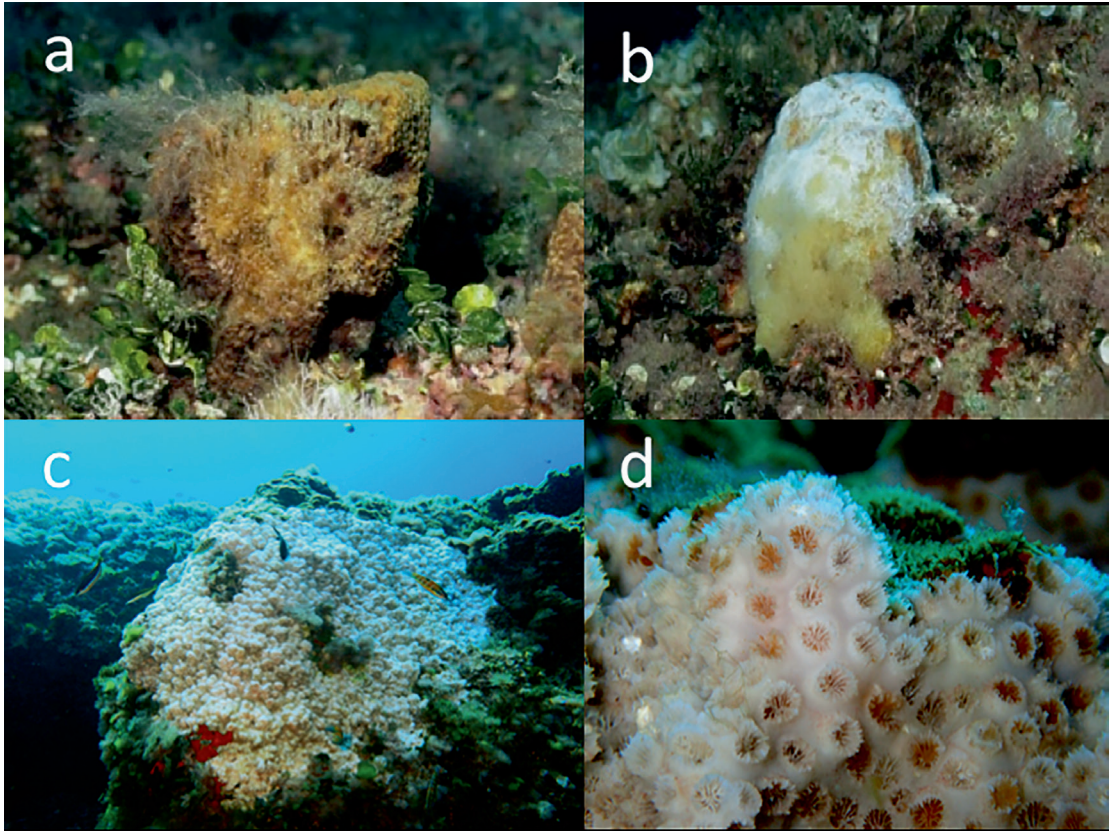
*Diplodus vulgaris* és el principal depredador de garotes a l'arxipèlag de Cabrera, seguit de *D. sargus*, *Coris julis* i *Thalassoma pavo*, però aquestes dues darreres espècies depreden només les garotes més petites (de menys de 1 cm de diàmetre) (Sala, 1997). Aquesta depredació és molt més important a 5 i 15 m que a 30 m, tot i que no hi ha una diferència significativa en fondària de les espècies responsables d'aquesta depredació (Vergés *et al.*, 2012). L'impacte de l'herbivorisme de *Sarpa salpa* disminueix en fondària, essent també més elevat a 5 i 15 m que a 30 m, tot i que l'abundància de *S. salpa* a poca fondària és inferior a la trobada a 15 i 30 m (Vergés *et al.*, 2012).

Els fons rocosos infralitorals de l'arxipèlag de Cabrera tenen uns 2800 g m<sup>-2</sup> de biomassa algal mitjana en pes fresc, uns 100 g m<sup>-2</sup> de biomassa de garotes i uns 30 g m<sup>-2</sup> de biomassa de peix. La biomassa de peixos està a la part baixa de les reserves marines mediterrànies, superada sobretot per les que són àrees marines protegides sense pesca de cap mena, amb una biomassa mitjana-alta d'algues i una baixa densitat mitjana de garotes (Sala *et al.*, 2012; Guidetti *et al.*, 2014). També té la segona biomassa més elevada d'algues introduïdes de totes les localitats mostrejades (32) en l'estudi de Sala *et al.* (2012) i la més elevada d'entre les zones protegides.

Si considerem l'índex EBQI (Thibaut *et al.*, 2017), dissenyat per aportar informació sobre la qualitat ecològica dels fons marins en resposta als requeriments de la Directiva Marc d'Estratègia Marina, la zona de Ses Rates -situada en una àrea totalment protegida de l'arxipèlag-, dona una valoració bona (4 en una escala de 5) però propera a la valoració de molt bona. L'índex EBQI té en compte l'estat dels diversos compartiments que formen l'ecosistema, no només del bentos, sinó també dels peixos i, fins i tot, dels ocells marins (Thibaut *et al.*, 2017).

### Mortalitats

Dues espècies d'esponges, *Sarcotragus fasciculatus* i *Sarcotragus spinosulus*, es troben entre les més comunes a l'estatge infralitoral de l'arxipèlag de Cabrera (Ballesteros *et al.*, 1993). Els estius de 2008 i 2009 van produir-se, però, dos episodis de mortalitats massives que van afectar sobretot a *S. fasciculatus* (entre el 80 i el 95% dels individus) (Fig. 5a, b), que -a diferència de *S. spinosulus*- té cianobacteris com a simbionts, a més dels bacteris heterotròfics propis de les dues esponges (Cebrian *et al.*, 2011b). Aquestes mortalitats semblen estar relacionades amb episodis més o menys llargs de temperatures elevades. L'octubre del 2017 hem observat també un episodi d'emblanquiment que afecta al 90% de la major colònia d'*Oculina patagonica* coneguda a Cabrera (Fig. 5c, d), situada entre Na Foradada i l'illot de Na Foradada; desconeixem, però, si aquest emblanquiment respon a una anomalia tèrmica.



**Figura 5.** (a) Inici de la malaltia a *Sarcotragus fasciculatus* (any 2008), (b) Mortalitat total a *Sarcotragus fasciculatus* (any 2008), (c) Emblanquiment de la colònia d'*Oculina patagonica* de Na Foradada (any 2017), (d) Detall dels pòlips (any 2017).

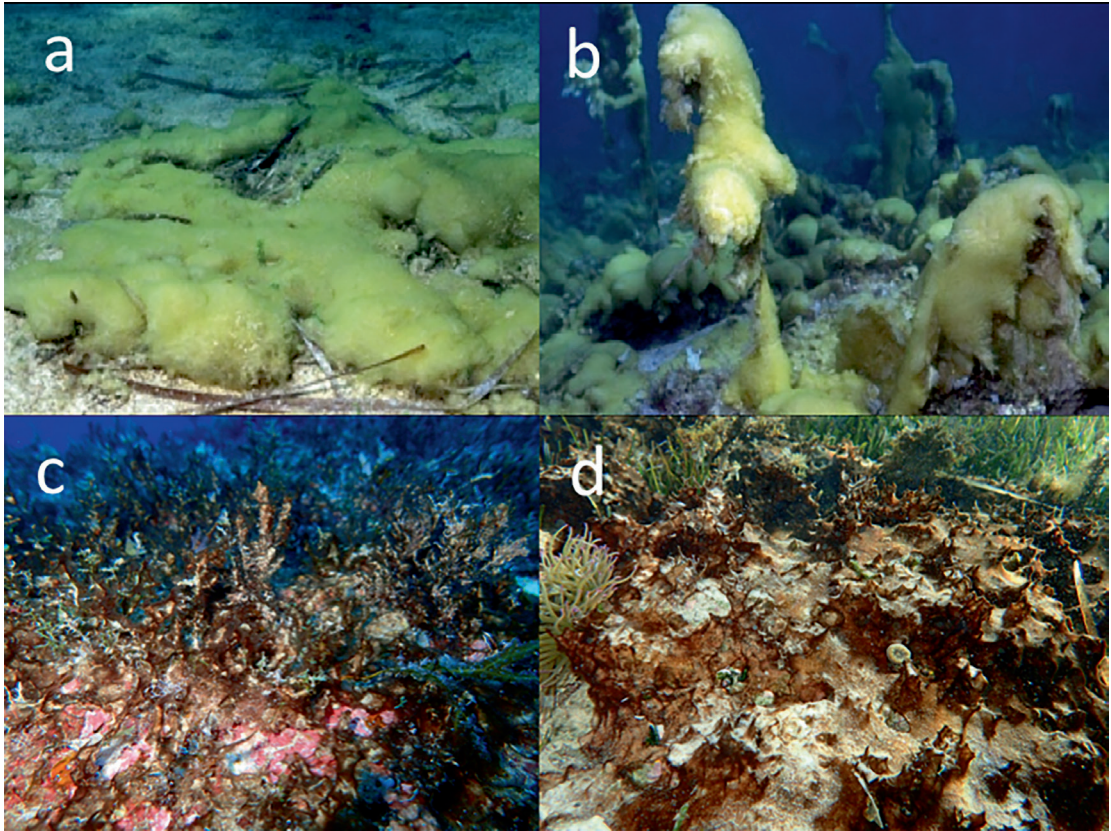
## Altres desequilibris

Com a mínim des de l'any 2006 -quan ho vàrem observar nosaltres- i fins l'any 2017 els fons de la part interna del Port de Cabrera quedaren recoberts per una substància mucilaginosa formada per *Chrysophaeum taylorii* algal durant l'estiu (Fig. 6a, b). Aquest mucíl·lag recobria els fons rocosos però també les àrees sorrenques i els rizomes morts de *Posidonia oceanica*. El seu impacte sobre les comunitats no ha estat, però, quantificat. Aquest mucíl·lag arribava a desprendre's del fons i quedava surant a la superfície.

L'any 2017, especialment al Port de Cabrera però també en d'altres àrees allunyades del port com a l'illot de Ses Rates, Sa Cova Blava i el Cap de Llebeig hem observat zones amb recobriments importants d'un cianobacteri filamentós temptativament identificat com a *Oscillatoria miniata* (Fig. 6c, d). Aquests filaments creixen sobretot en comunitats d'algues fotòfiles -notablement en l'hàbitat de *Carpodesmia brachycarpa* però també en d'altres situats entre 5 i 15 m de fondària-. També pot recobrir fulles mortes i rizomes de *Posidonia oceanica*. Aparentment pot causar la mort de les algues i alguns invertebrats (*Cladocora caespitosa*, per exemple).

Finalment, hem observat ocasionalment, durant la primavera i inicis de l'estiu proliferacions d'algues brunes filamentoses (*Acinetospora crinita*, *Nematochryopsis marina*) que recobreixen immenses zones del fons marí, principalment en comunitats situades a la zona infralitoral inferior i en alguers de *Posidonia oceanica*.





**Figura 6.** (a) Mucíl·lags recobrint els fons sorrencs del port de Cabrera (novembre 2006, 2 m). (b) Mucíl·lags desenganxant-se del fons rocós del port de Cabrera (novembre 2006, 1 m). (c) Filaments d'*Oscillatoria miniata* recobrint tal·lus de *Cystoseira brachycarpa* (Cap de Llebeig, octubre 2017). (d) *Oscillatoria miniata* recobrint els fons rocósos de l'Olló (octubre 2017).

## DISCUSSIÓ

Ballesteros *et al.* (1993) esmenten l'existència de 8 comunitats de fons rocósos infralitorals i 3 de fons sedimentaris infralitorals, a part dels alguers de fanerògames marines. Aquí diferenciem 36 hàbitats de fons rocósos infralitorals i 12 de fons sedimentaris -tres d'ells considerats com a alguers d'algues verdes rizomatoses-, que es poden vincular als hàbitats esmentats a Templado *et al.* (2012) i que, de fet, estan majoritàriament inclosos a Ballesteros *et al.* (1993). Així doncs, l'augment en el nombre d'hàbitats presents a Cabrera es deu a la precisió més gran que hi ha en definir-los i no a la pràctica- al descobriment de nous hàbitats.

Els hàbitats esmentats són propis de la resta de les Balears i no n'hi ha cap d'exclusiu de Cabrera. Cal remarcar, però els hàbitats constituïts per les espècies de l'ordre Fucals ja que moltes de les espècies dominants estan presents a l'Annex II del Conveni de Barcelona (UNEP, 2009) i estan protegides a l'estat espanyol (Orden AAA/75/2012, de 12 enero; BOE sábado 21 de enero de 2012, sec. I, pág. 5275). L'hàbitat de *Carpodesmia amentacea* var. *stricta* és un bon indicador de la qualitat de l'aigua (Bellan-Santini, 1968; Soltan *et al.*, 2001; Arévalo *et al.*, 2007) i la seva abundància s'utilitza en la valoració de l'estat ecològic de les masses d'aigua en la implementació de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/EC) (Ballesteros *et al.*, 2007). Això no obstant, no és un hàbitat que estigui en risc a Balears ni a la resta de la Mediterrània nord-occidental, tot i que estigui en lleugera regressió (Thibaut *et al.*, 2005, 2014, 2015). Si a l'arxipèlag no és molt abundant és per la geomorfologia de la zona litoral poc propícia per al desenvolupament d'aquest hàbitat. Molt més rars són els hàbitats superficials encalmats dominats per espècies de Fucals (*C. compressa*

ssp. *pustulata*, *T. elegans*, *C. foeniculacea*). Aquests hàbitats sí que estan en forta regressió (Thibaut *et al.*, 2015) i la seva persistència a l'arxipèlag s'hauria de monitoritzar. L'hàbitat de *Carpodesmia brachycarpa* és molt abundant a Cabrera, com ho és a d'altres indrets de les Balears (Sant, 2003; Vergés *et al.*, 2009, 2012; Sales i Ballesteros, 2009; Ballesteros i Cebrian, 2015), i a Cabrera està afectat per l'herbivorisme de les garotes, la invasió per *Lophocladia lallemandii* i, més darrerament, la proliferació d'*Oscillatoria miniata*. *Treptacantha ballesterosii* és potser una de les espècies més afectades per les pressions antròpiques i ha desaparegut de bastants indrets de la Mediterrània nord-occidental (Thibaut *et al.*, 2005, 2015) però a Cabrera, tot i no formar autèntics boscos, no sembla que estigui en regressió. La presència de *Treptacantha ballesterosii* var. *compressa* a Cabrera és anecdòtica i desconeixem quina és la raó per la que aquest tàxon és tan rar doncs, almenys aparentment, les condicions ambientals són òptimes per al seu desenvolupament. De fet, els fons òptims per a la implantació d'aquesta espècie i de l'hàbitat corresponent (absent a Cabrera) estan ocupats per *Dictyopteris polypodioides*. Finalment, *Carpodesmia funkii* és una espècie amant de les zones profundes amb forts corrents unidireccionals (Verlaque *et al.*, 1999) i la seva raresa a Cabrera pot estar relacionada amb la manca d'ambients propicis per al seu desenvolupament.

Tot i les poques mostres recol·lectades per a caracteritzar els hàbitats sedimentaris de l'arxipèlag, hem de destacar la gran contribució d'aquestes mostres al coneixement dels invertebrats que poblen les aigües de l'arxipèlag. Si només considerem aquells tàxons identificats a nivell d'espècie, les mostres aporten un total de 122 noves cites d'invertebrats per a l'arxipèlag, amb 60 anèl·lids poliquets, 41 crustacis (27 amfípodes, 5 cumacis, 3 isòpodes, 3 decàpodes, 2 tanaïdacs i 1 misidaci), 17 mol·luscs (11 bivalves i 6 gasteròpodes), 3 equinoderms (1 equinoïdeu i 2 ofiuroïdeus) i 1 sipuncúlid. A aquestes cites s'ha d'afegir la del cefalocordat *Branchiostoma lanceolatum*.

Els hàbitats de les sorres mitjanes i de les sorres fines estan caracteritzats a les costes mediterrànies peninsulars pels bivalves *Lucinella divaricata* i *Spisula subtruncata* (Sardá *et al.*, 1999, 2000). Això no obstant, aquestes espècies són rares o totalment absents a Cabrera en aquests hàbitats i el seu nínxol està ocupat pel bivalve *Loripes orbiculatus*, el qual acostuma a presentar-se associat a sediments enriquits amb matèria orgànica (Pinedo *et al.*, 1996; Pinedo, 1998). A Cabrera, però, com a la resta de Balears, creiem que l'abundància d'aquesta espècie té a veure amb l'elevada quantitat de detritus provinents de *Posidonia oceanica*. Per tant, l'hàbitat de les sorres fines -corresponent a la comunitat de sorres fines ben calibrades en la nomenclatura de Pérès i Picard (1964) i Picard (1965)- té una composició semblant a la de les costes peninsulars si no fos per la substitució de *Lucinella divaricata* i *Spisula subtruncata* per *Loripes orbiculatus*. La presència d'altres espècies com el bivalve *Fabulina fabula* o el poliquet *Spio decorata* constaten la seva similitud amb el mateix hàbitat de les costes peninsulars.

*Caulerpa cylindracea* i *Lophocladia lallemandii* són les principals espècies invasores de l'estatge infralitoral de l'arxipèlag (Cebrian i Ballesteros, 2009, 2010a) i totes dues espècies han transformat notablement els paisatges submergits. *C. cylindracea* es veu afavorida per taxes elevades de sedimentació (Piazzini *et al.*, 2005a) i la pèrdua de les espècies estructurals com les de l'ordre Fucals (Bulleri *et al.*, 2010). D'altra banda, l'abundància de *L. lallemandii* probablement es veu afavorida per la presència d'espècies estructurals (Cebrian i Ballesteros, 2007, 2010b) ja que és especialment abundant i resilient a l'hàbitat de *Carpodesmia brachycarpa*. Actualment (2017) ambdues espècies es poden considerar en regressió, lleugera pel que fa a *C. cylindracea* però important en el cas de *L. lallemandii*. En el cas de *C. cylindracea* la regressió podria estar causada per un control per part dels peixos herbívors (Tomas *et al.*, 2011) però no tenim cap explicació per explicar la regressió de *L. lallemandii*. Mentre la colonització de *Womersleyella setacea* a l'estatge infralitoral és irrellevant i la d'*Asparagopsis taxiformis* sembla haver assolit un nivell no preocupant, la proliferació de l'alga temptativament identificada com a *Wurdelemania miniata* va a l'alça, sent necessària una identificació precisa de l'espècie i una avaluació continuada de la seva progressió, tot i que podria no ser una espècie introduïda. Aquesta necessitat de monitoritzar la progressió és extrapolable també a *Halimeda incrassata*, donada la seva ràpida colonització dels fons sorrencs infralitorals a la veïna Mallorca (Alós *et al.*, 2016), i a *Derbesia tenuissima* (Ballesteros *et al.*, 1984, 2007).

La citació de 3 cianobacteris i 69 algues noves per a l'arxipèlag fa pujar el nombre a 346 tàxons si tenim en compte les cites prèvies de Ballesteros (1993) i Ballesteros *et al.* (1997). Cal dir que moltes de les algues citades a la Taula IV no han estat recol·lectades a l'estatge infralitoral sinó que també n'hi ha de l'estatge circalitoral i del mediolitoral però, per qüestions pràctiques, les hem aglutinat totes aquí. És remarcable la presència d'*Acetabularia calyculus*, espècie pròpia d'indrets poc profunds com les badies i els ambients lacunars (Pérez-Ruzafa i Honrubia, 1984; Cormaci *et al.*, 2014; Ballesteros *et al.*, 2014) tot i que ja havia estat citada de zones sorrenques profundes (Rodríguez-Prieto *et al.*, 2013). Cormaci *et al.* (2014) la consideren una espècie introduïda. Un altra espècie introduïda és *Botryocladia madagascariensis* però no mostra comportament invasor a Cabrera. L'espècie de *Treptacantha* identificada temptativament com a *Treptacantha elegans* és lleugerament diferent a la *Treptacantha elegans* de la localitat tipus (Banyuls de la Marenda) per la disposició dels apèndixs espinosos que recobreixen els ràmuls. Podria tractar-se també de *Treptacantha ballesterosii* var. *tenuior*, de la que és difícil de distingir (Rodríguez-Prieto *et al.*, 2013).

El mucíl·lag (*Chrysophaeum taylorii*) que es desenvolupa massivament al port de Cabrera és un problema que afecta -almenys- a la qualitat de les visites a Cabrera, sobretot si els turistes practiquen l'apnea, ja que degrada fortament el paisatge submergit. Inexistent l'any 2019, són una incògnita els mecanismes que van afavorir la seva exagerada proliferació. D'altra banda, s'ha de veure si la recent proliferació (2019) del cianobacteri identificat temptativament com a *Oscillatoria miniata* es reproduïx els anys següents. *Oscillatoria miniata* és una espècie pròpia dels fons infralitorals d'aigües encalmades, on és freqüent (Feldmann, 1937), però al nostre coneixement aquestes proliferacions no havien estat mai descrites. Aquesta proliferació recorda la de *Lyngbya majuscula* a les illes Canàries (Martín-García *et al.*, 2014) i com aquella es desconeixen les causes del seu augment. La mateixa *O. miniata* formava proliferacions semblants a diferents àrees de Formentera durant els mesos d'octubre i novembre de 2017 (EB, obs. pers.), la qual cosa fa pensar que la causa no és local.

Les mortalitats de *Sarcotragus fasciculatus* observades entre 2008 i 2009 (Cebrian *et al.*, 2011b) no s'han tornat a reproduir -almenys amb la mateixa virulència- i l'any 2017 s'observava una recuperació parcial de l'espècie (EB, obs. pers.), no quantificada. Desconeixem també si la gran colònia d'*Oculina patagonica* de Na Foradada es recuperarà de l'emblanquiment sofert a la tardor de 2017, la qual cosa és molt probable ja que el 98% de les colònies que sofreixen emblanquinament a les costes d'Israel es recuperen durant l'hivern i augmenten la tolerància a les anomalies tèrmiques (Fine *et al.*, 2001; Armoza-Zvuloni *et al.*, 2011).

Pel que fa als estudis ecosistèmics realitzats als fons marins de Cabrera cal remarcar la qualificació sub-òptima de l'estat ecològic dels fons marins de l'arxipèlag quan el comparem amb d'altres àrees marines protegides mediterrànies (Sala *et al.*, 2012; Guidetti *et al.*, 2014; Thibaut *et al.*, 2017). Això pot ser causat perquè la pesca professional és ben present a l'arxipèlag, depredant directament sobre els recursos pesquers o actuant directament o indirecta sobre els altres compartiments dels fons marins. La pesca amb xarxa té de ben segur un efecte no negligible sobre les espècies estructurals com són les algues de l'ordre Fucals (Thibaut *et al.*, 2005), més encara si tenim en compte la nombrosa pèrdua d'arts. Un altre efecte indesitjable de la pesca és que les arts de pesca esdevenen un important vehicle de dispersió de les espècies invasores, en especial *Caulerpa cylindracea* (Piazzi *et al.*, 2005b) però també d'altres espècies.

Una menor pressió pesquera beneficiaria sens dubte la conservació dels fons rocosos infralitorals de l'arxipèlag i aquesta és una mesura de gestió fàcilment aplicable a nivell local. En la nostra opinió, la pesca artesanal s'ha de reduir, augmentant les àrees de reserva integral o prohibint la pesca amb xarxa a tot o a gran part del Parc Nacional. Les anomalies tèrmiques i les espècies invasores són problemes d'abast global que escapen la gestió d'una àrea marina protegida. Veiem, però, com els hàbitats infralitorals es recuperen abans que els circalitorals de l'impacte de les anomalies tèrmiques, a causa d'una dinàmica més accelerada en aquests ambients (Garrabou *et al.*, 2002). D'altra banda, semblen existir mecanismes que regulen les espècies d'algues invasores com ho demostra la disminució del recobriment de *Caulerpa cylindracea* a l'estatge infralitoral i el gran descens del recobriment de *Lophocladia lallemandii* a tot l'arxipèlag, quinze anys després de la seva colonització. Aquest control no sembla, però, extrapolable a d'altres situacions com la que pot succeir en el cas que els peixos conill arribessin a Cabrera, afavorits per l'augment generalitzat de la temperatura de l'aigua (Vergés



*et al.*, 2014). És evident que la resposta a totes les incògnites sobre el funcionament i els impactes que hi ha sobre els hàbitats infralitorals de l'arxipèlag necessiten d'un monitoratge regular, present a d'altres àrees marines protegides (Hereu i Quintana, 2012; Barceló *et al.*, 2014) però absent al Parc Nacional de Cabrera de forma global i ininterrompuda. Només així, amb un monitoratge, els resultats del qual incideixin sobre la gestió d'espècies i hàbitats, podran solucionar-se els problemes ambientals dels fons infralitorals de l'arxipèlag de Cabrera i millorar-ne el seu estat ecològic.

## AGRAÏMENTS

Al personal directiu i tècnic del Parc Nacional de l'Arxipèlag de Cabrera per la concessió dels permisos i per la seva ajuda logística en les campanyes realitzades durant els darrers 25 anys. A Joana Serra, Nadal Mas i Excursions a Cabrera pels seus transports per entrar o per sortir de Cabrera. I a tots aquells que ens han acompanyat en les moltes campanyes fetes a l'arxipèlag. També a aquelles persones que van participar en la recol·lecció i separació de les mostres dels fons sedimentaris: Esther Jordana, Maria Paola Satta, Xavier Torras, Raquel Arévalo, Neus Fernández, Marc Terradas, Mian Vich, Edgar Casas, Begoña Martínez-Crego, Marta Díaz-Valdés, Maria Elena Cefali, Virginia García i Boris Weitzmann.

## REFERÈNCIES

- Alcover, J.A., Ballesteros, E. i Fornós, J.J. 1993. *Història Natural de l'arxipèlag de Cabrera*. Monografies de la Societat d'Història Natural de Balears, 2. CSIC-Ed. Moll. Palma de Mallorca.
- Alós, J., Tomas, F., Terrados, J., Verbruggen, H. i Ballesteros, E. 2016. Fast-spreading green beds of recently introduced *Halimeda incrassata* (Bryopsidales, Chlorophyta) invade Mallorca island (NW Mediterranean Sea). *Marine Ecology Progress Series*, 558: 153-158.
- Arévalo, R., Pinedo, S. i Ballesteros, E. 2007. Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 104-113.
- Armoza-Zvuloni, R., Segal, R., Kramarsky-Winter, E. i Loya Y. 2011. Repeated bleaching events may result in high tolerance and notable gametogenesis in stony corals: *Oculina patagonica* as a model. *Marine Ecology Progress Series*, 426: 149-159.
- Ballesteros, E. 1993. Algues bentòniques i fanerògames marines. In: Alcover, J.A, Ballesteros, E. i Fornós, J.J. (eds.). *Història Natural de l'arxipèlag de Cabrera*. Monografies de la Societat d'Història Natural de Balears, 2. CSIC-Ed. Moll. Palma de Mallorca. 503-530.
- Ballesteros, E. 2004. Espècies marines invasores: un problema ambiental emergent a les Illes Balears. In: Pons, G.X. (ed.). *IV Jornades de Medi Ambient de les illes Balears. Ponències i Resums*. Societat d'Història Natural de Balears. 13-15.
- Ballesteros, E. i Cebrian, E. 2015. Llistat preliminar dels hàbitats marins bentònics a les illes Balears amb alguns comentaris des de la perspectiva de la conservació. In: *Llibre Verd de Protecció d'Espècies a les Balears. Monografies de la Societat d'Història Natural de Balears*, 20: 93-110.
- Ballesteros, E., Cebrian, E. i Alcoverro, T. 2007. Mortality of shoots of *Posidonia oceanica* following meadow invasion by the red alga *Lophocladia lallemandii*. *Botanica Marina*, 50: 8-13.
- Ballesteros, E., Mariani, S., Cefali, M.E., Terradas, M. i Chappuis, E. 2014. *Manual dels hàbitats litorals a Catalunya*. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat, Barcelona. 251 pp.
- Ballesteros, E., Pérez, M. i Zabala, M. 1984. Aproximación al conocimiento de las comunidades algales de la zona infralitoral superior en la costa catalana. *Collectanea Botanica*, 15: 69-100.
- Ballesteros, E., Pinedo, S. i Rodríguez-Prieto, C. 1997. Contribució al coneixement algològic de la Mediterrània espanyola, X. *Acta Botanica Barcinonensis*, 44: 29-37.
- Ballesteros, E. i Zabala, M. 1993. El bentos: el marc físic. In: Alcover, J.A, Ballesteros, E. i Fornós, J.J. (eds.). *Història Natural de l'arxipèlag de Cabrera*. Monografies de la Societat d'Història Natural de Balears, 2. CSIC-Ed. Moll. Palma de Mallorca. 663-685.
- Ballesteros, E., Zabala, M., Uriz, M.J., Garcia-Rubies, A. i Turon, X. 1993. El bentos: les comunitats. In: Alcover, J.A, Ballesteros, E. i Fornós, J.J. (eds.). *Història Natural de l'arxipèlag de Cabrera*. Monografies de la Societat d'Història Natural de Balears, 2. CSIC-Ed. Moll. Palma de Mallorca. 687-730.
- Barceló, A., Aboucaya, A., Boudouresque, C.F., Gillet, P., Harmelin, J.G., Martin, G., Maurer, C., Médail, F., Peirache, M., Sellier, G. i Viviani, R.A. 2014. Colloque Scientifique "50 ans de recherche dans le Parc national de Port-Cros", 14-16 octobre 2013. *Scientific Reports Port-Cros National Park*, 28: 151-154.
- Becerro, M., Thacker, R.W., Turon, X., Uriz, M.J. i Paul, V.J. 2003. Biogeography of sponge chemical ecology: comparisons of tropical and temperate defenses. *Oecologia*, 135: 91-101.
- Bellan-Santini, D. 1968. Influence de la pollution sur les peuplements benthiques. *Revue internationale d'Océanographie*

- Médicale*, 10: 27-53.
- Bulleri, F., Balata, D., Bertocci, I., Tamburello, L. i Benedetti-Cecchi, L. 2010. The seaweed *Caulerpa racemosa* on Mediterranean rocky reefs: from passenger to driver of ecological change. *Ecology*, 91: 2205-2212.
- Cebrian, E. i Ballesteros, E. 2007. Invasion of the alien species *Lophocladia lallemandii* in Eivissa-Formentera (Balearic Islands). In: Pergent-Martini, C. i El Asmi, S. (eds.). *Proceedings of the Third Mediterranean Symposium on Marine Vegetation* (Marseilles, 27-29 Mars 2007). C. Le Ravallec Ed., RAC/SPA publ., Tunis. 34-41.
- Cebrian, E. i Ballesteros, E. 2009. Temporal and spatial variability in shallow- and deep-water populations of the invasive *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* in the Western Mediterranean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 83: 469-474.
- Cebrian, E. i Ballesteros, E. 2010a. Invasion of Mediterranean benthic assemblages by red alga *Lophocladia lallemandii* (Montagne) F. Schmitz: depth-related temporal variability in biomass and phenology. *Aquatic Botany*, 92: 81-85.
- Cebrian, E. i Ballesteros, E. 2010b. Invasion susceptibility of Mediterranean rocky benthic assemblages to red alga *Lophocladia lallemandii* (Montagne) F. Schmitz. In: El Asmi, S., Langar, H. i Belgacem, W. (eds.). *Proceedings of the Fourth Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (Yasmine-Hammamet, 2-4 December 2010)*. RAC/SPA publ., Tunis. 37-42.
- Cebrian, E., Tomas, F., Linares, C., Ballesteros, E. 2011a. Do native herbivores provide resistance to Mediterranean marine bioinvasions? A seaweed example. *Biological Invasions*, 13: 1397-1408.
- Cebrian, E., Uriz, M.J., Garrabou, J. i Ballesteros, E. 2011b. Sponge mass mortalities in a warming Mediterranean Sea: are cyanobacteria-harboring species worse off? *PLoS ONE*, 6(6): e20211.
- Cormaci, M., Furnari, G., Catra, M., Alongi, G. i Giaccone, G. 2012. Flora marina bentonica del Mediterraneo: Phaeophyceae. *Bollettino dell'Accademia Gioenia*, 45: 1-508.
- Cormaci, M., Furnari, G. i Alongi, G. 2014. Flora marina bentonica del Mediterraneo: Chlorophyta. *Bollettino dell'Accademia Gioenia*, 47: 11-436.
- Feldmann, J. 1937. *Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée: la côte des Albères*. Wolf. Rouen.
- Fine, M., Zibrowius, H. i Loya Y. 2001. *Oculina patagonica*: a non-lessepsian scleractinian coral invading the Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 138: 1195-1203.
- Garrabou, J., Ballesteros, E. i Zabala, M. 2002. Structure and dynamics of north-western Mediterranean rocky benthic communities along a depth gradient. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 55: 493-508.
- Gómez-Garreta, A. i Ballesteros, E. 1992. *Cystoseira jabukae* Ercegovic, a new record from the Balearic islands. *Flora Mediterranea*, 2: 91-93.
- Guidetti, P., Baiata, P., Ballesteros, E., Di Franco, A., Hereu, B., Macpherson, E., Micheli, F., Pais, A., Panzalis, P., Rosenberg, A., Zabala, M. i Sala, E. 2014. Large-scale assessment of Mediterranean Marine Protected Areas on fish assemblages. *PLoS ONE* 9(4): e91841.
- Hereu, B. i Quintana, X. 2012. Els fons marins de les illes Medes i el Montgrí. Quatre dècades de recerca per a la conservació. *Recerca i Territori*, 4: 1-194.
- Martí, R., Uriz, M.J., Ballesteros, E. i Turon, X. 2005. Seasonal variation in the structure of three algal communities in various light conditions. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 64: 613-622.
- Martín-García, L., Herrera, R., Moro-Abad, L., Sangil, C. i Barquín-Diez, J. 2014. Predicting the potential habitat of the harmful cyanobacteria *Lyngbya majuscula* in the Canary Islands (Spain). *Harmful Algae*, 34: 76-86.
- Pèrès, J.M. i Picard, J. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Reccueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 31: 5-137.
- Pérez-Ruzafa, M. i Honrubia 1984. Aportación al conocimiento de la flora algal bentónica de la costa murciana, III. *Anales de Biología*, 2: 135-146.
- Piazzi, L., Balata, D., Ceccherelli, G. i Cinelli, F. 2005a. Interactive effect of sedimentation and *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* invasion on macroalgal assemblages in the Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64: 467-474.
- Piazzi, L., Meinesz, A., Verlaque, M., Akçali, B., Antolic, B., Argyrou, M., Balata, D., Ballesteros, E., Calvo, S., Cinelli, F., Cirik, S., Cossu, A., D'Archino, R., Djellouli, A.S., Javel, F., Lanfranco, E., Mifsud, C., Pala, D., Panayotidis, P., Peirano, A., Pergent, G., Petrocelli, A., Ruitton, S., Zuljevic, A. i Ceccherelli, G. 2005b. Invasion of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) in the Mediterranean Sea: An assessment of the spread. *Cryptogamie Algologie*, 26: 189-202.
- Picard, J. 1965. Recherches qualitatives sur les biocénoses marines de substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Reccueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 36: 1-100.
- Pinedo, S. 1998. *Structure and dynamics of Western Mediterranean soft-bottom communities along a disturbance gradient. Natural and man-induced variability in the Bay of Blanes*. Tesi Doctoral, Universitat de Barcelona. Inèdita. 177 pp.
- Pinedo, S., Sardá, R. i Martín, D. 1996. Seasonal dynamics and structure of soft-bottom assemblages in Blanes Bay (northwest Mediterranean Sea). In: Duarte, C.M. (ed.). *Seasonality in Blanes Bay: a paradigm of the Northwest Mediterranean Littoral*. Publicacions Instituto Español de Oceanografía. 61-70.
- Rodríguez-Prieto, C., Ballesteros, E., Boisset, F. i Afonso-Carrillo, J. 2013. *Guía de las macroalgas y fanerógamas marinas del Mediterráneo Occidental*. Omega, Barcelona. 656 pp.
- Sala, E. 1997. Fish predators and scavengers of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in protected areas of the north-west Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 129: 531-539.
- Sala, E., Ballesteros, E., Dendrinis, P., Di Franco, A., Ferretti, F., Foley, D., Frascchetti, S., Friedlander, A.M., Garrabou,



- J., Güçlüsoy, H., Guidetti, P., Halpbern, B.S., Hereu, B., Karamanlidis, A., Kizilkaya, Z., Macpherson, E., Mangialajo, L., Mariani, S., Micheli, F., Pais, A., Riser, K., Rosenberg, A., Sales, M., Selkoe, K.A., Starr, R., Tomas, F. i Zabala, M. 2012. The structure of Mediterranean rocky reef ecosystems across environmental and human gradients, and conservation implications. *PLoS ONE*, 7(2): e32742.
- Sales, M. i Ballesteros, E. 2009. Shallow *Cystoseira* (Fucales: Ochrophyta) assemblages thriving in sheltered areas from Menorca (NW Mediterranean): relationships with environmental factors and anthropogenic pressures. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 84: 476-482.
- Sant, N. i Ballesteros, E. 2020. Photosynthetic activity of macroalgae along a bathymetric gradient: interspecific and seasonal variability. *Scientia Marina*, 84.
- Sant, N. 2003. *Algues bentòniques mediterrànies: comparació de mètodes de mostreig, estructura de comunitats i variació en la resposta fotosintètica*. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona. Inèdita. 250 pp.
- Sant, N., Chappuis, E., Rodríguez-Prieto, C., Real, M. i Ballesteros, E. 2017. Cost-benefit of three different methods for studying Mediterranean rocky benthic assemblages. *Scientia Marina*, 81: 129-138.
- Sardà, R., Pinedo, S. i Martin, D. 1999. Seasonal dynamics of macroinfaunal key species inhabiting shallow soft-bottoms in the Bay of Blanes (NW Mediterranean). *Acta Oecologica*, 20: 315-326.
- Sardà, R., Pinedo, S., Gremare, A. i Taboada, S. 2000. Changes in the dynamics of shallow sandy-bottom assemblages due to sand extraction in the Catalan Western Mediterranean Sea. *ICES Journal of Marine Sciences*, 57: 1446-1453.
- Sellam, L.N., Blanfuné, A., Boudouresque, C.F., Thibaut, T., Rezbani Zahaf, C. i Verlaque, M. 2017. *Cystoseira montagnei* J. Agardh and *C. spinosa* Sauvageau (Phaeophyceae, Sargassaceae): a taxonomic reappraisal of misused names, with the proposal of *Cystoseira michaelae* Verlaque *et al.*, nom. et stat. nov. *Cryptogamie Algologie*, 38: 133-157.
- Soltan, D., Verlaque, M., Boudouresque, C.F. i Francour, P. 2001. Changes in macroalgal communities in the vicinity of a Mediterranean sewage outfall after the setting up of a treatment plant. *Marine Pollution Bulletin*, 42: 59-71.
- Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, A., Serrano, A., Marín, L. i Brito, A. 2012. *Guía interpretativa: Inventario español de hábitats marinos. Inventario español de hábitats y especies marinos*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 229 pp.
- Thibaut, T., Pinedo, S., Torras, X. i Ballesteros, E. 2005. Long term decline of the populations of Fucales (*Cystoseira* spp. and *Sargassum* spp.) in the Albères coast (France, North-western Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*, 50: 1472-1489.
- Thibaut, T., Blanfuné, A., Markovic, L., Verlaque, M., Boudouresque, C.F., Perret-Boudouresque, M., Macic, V. i Bottin, L. 2014. Unexpected abundance and long-term stability of the brown alga *Cystoseira amentacea*, hitherto regarded as a threatened species, in the north-western Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 89: 305-323.
- Thibaut, T., Blanfuné, A., Boudouresque, C.F. i Verlaque, M. 2015. Decline and local extinction of Fucales in the French Riviera: the harbinger of future extinctions? *Mediterranean Marine Science*, 16: 206-224.
- Thibaut, T., Blanfuné, A., Boudouresque, C.F., Personnic, S., Ruitton, S., Ballesteros, E., Bellan-Santini, D., Bianchi, C.N., Bussotti, S., Cebrian, E., Cheminée, A., Culioli, J.M., Derrien, S., Guidetti, P., Harmelin-Vivien, M., Hereu, B., Morri, C., Poggiale, J.C. i Verlaque, M. 2017. An ecosystem-based approach to assess the status of Mediterranean algae-dominated shallow rocky reefs. *Marine Pollution Bulletin*, 117: 311-329.
- Tomas, F., Cebrian, E. i Ballesteros, E. 2011. Differential herbivory of invasive algae by native fish: temporal and spatial variability. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 92: 27-34.
- UNEP 2009. Proposals for amendment of Annexes II and III of the SPS/BD Protocol. Mediterranean Action Plan. 260 pp.
- Vergés, A., Alcoverro, T. i Ballesteros, E. 2009. Role of fish herbivory in structuring the vertical distribution of canopy algae (*Cystoseira* spp.) in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 375: 1-11.
- Vergés, A., Tomas, F. i Ballesteros, E. 2012. Interactive effects of depth and marine protection on predation and herbivory patterns. *Marine Ecology Progress Series*, 450: 55-65.
- Vergés, A., Tomas, F., Cebrian, E., Ballesteros, E., Kizilkaya, Z., Dendrinis, P., Karamanlidis, A., Spiegel, D. i Sala, E. 2014. Tropical rabbitfish and the deforestation of a warming temperate sea. *Journal of Ecology*, 102: 1518-1527.
- Verlaque, M., Ballesteros, E., Sala, E. i Garrabou, J. 1999. *Cystoseira jabukae* (Cystoseiraceae, Fucophyceae), from Corsica (Mediterranean) with notes on the previously misunderstood species *C. funkii*. *Phycologia*, 38: 77-86.
- Wagensteen, O., Cebrian, E., Palacín, C. i Turon, X. 2018. Under the canopy: Community-wide effects of invasive algae in Marine Protected Areas revealed by metabarcoding. *Marine Pollution Bulletin*, 127: 54-66.