

Les algues

I. L'hàbitat

Un hàbitat és un ambient habitat per un o més organismes, és a dir, l'indret on viu, per exemple, una població d'organismes de la mateixa espècie.

Al medi marí, que grosso modo cobreix el 70 % de la superfície terrestre, hi ha molts tipus d'hàbitats diferents. A gran escala, podem trobar hàbitats més costaners que es diferencien força dels hàbitats de mar obert. Els hàbitats costaners es localitzen, aproximadament, des de la línia de costa fins al límit de la plataforma continental, i comprenen els ecosistemes on es concentra la major part de la vida i diversitat marina. Però també es pot fer una divisió dels hàbitats marins segons la fondària o la distància del fons marí; de manera que es poden diferenciar els *hàbitats pelàgics*, situats prop de la superfície o a la columna d'aigua, i els *hàbitats bentònics* o *demersals*, localitzats a prop del fons marí. Els hàbitats pelàgics són molt més canviants i efímers que els demersals. Dins els ambients demersals també hi ha molts subambients particulars, com ara les muntanyes submarines, els fons fangosos, els fons rocallosos i les fonts hidrotermals.

Molts d'aquests ambients demersals s'originen segons les particularitats de la topografia o del tipus de fons marí. Els organismes que viuen al medi pelàgic solen anomenar-se *pelàgics* –per exemple, una tonyina és un peix pelàgic– i els que viuen en hàbitats demersals solen anomenar-se *demersals* o *bentònics* –per exemple, una esponja és un organisme bentònic i un rap és un peix bentònic–. Igualment, aquesta divisió en dos grans ambients no exclou les relacions entre l'un i l'altre, sinó tot el contrari: entre l'ambient pelàgic i el bentònic es donen múltiples i molt variades relacions, que configuren l'anomenat *acoblament bento-pelàgic* i que poden incloure des de diferents fases del cicle de vida de moltes espècies fins a relacions tròfiques.

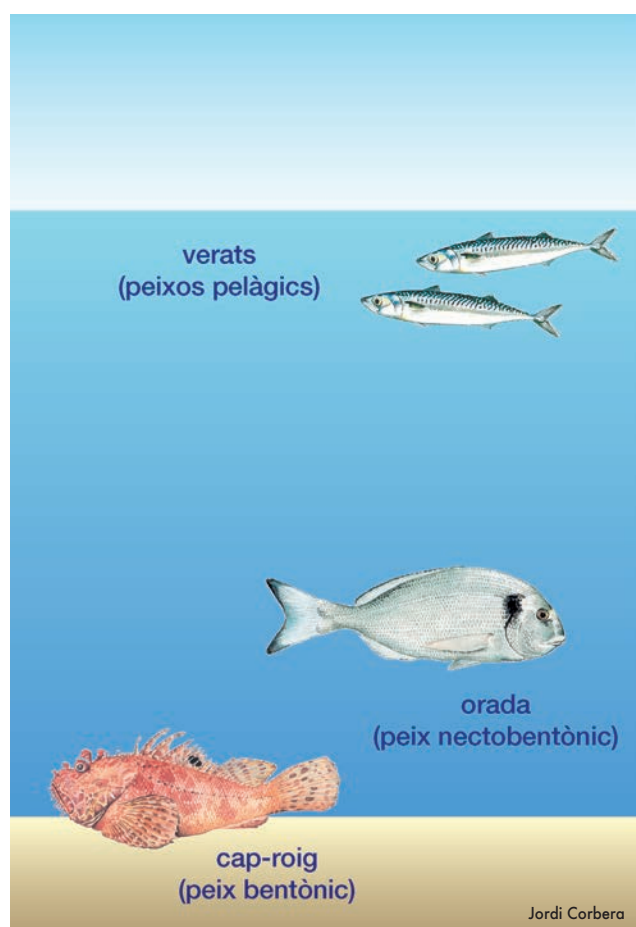


Fig. 1. Exemple d'organismes pelàgics, bentònics i nectobentònics.

Un hàbitat pot ser molt ampli, com per exemple el mar obert; o, per contra, molt reduït, com una bassa a la zona intermareal. Els petits hàbitats que trobem dins d'un hàbitat més gros s'anomenen *microhàbitats*, com ara les esclotxes d'una roca.



Fig. 2. A la zona intermareal hi ha una varietat d'hàbitats. Les basses de la zona intermareal són hàbitats de mida habitualment reduïda, però no tant com els microhàbitats que suposen les esclotxes de les roques. Fixeu-vos en aquesta varietat de microhàbitats representats en la il·lustració.

1. Enginyers ecosistèmics

Els hàbitats també poden patir canvis provocats per la mateixa activitat biològica dels organismes que hi viuen. Per exemple, entre els organismes marins, els coralls, nombroses algues, els mangles i les plantes marines modifiquen de tal manera l'hàbitat que es podria dir que creen nous hàbitats que, al seu torn, serviran d'hàbitat per a altres organismes, actuant d'aquesta manera com a «bioenginyers» o enginyers d'ecosistemes.

Entre els organismes considerats enginyers ecosistèmics, cal distingir els *al·logènics*, que canvien mecànicament els ambients fent-hi construccions o desplaçant material d'un indret a l'altre (el castor en seria un exemple a l'àmbit terrestre), dels *autogènics*, que modifiquen l'ambient a partir del seu propi desenvolupament (l'arbre en seria un exemple als ecosistemes terrestres). Molts animals filtradors, i fins i tot el plàncton, poden considerar-se enginyers ecosistèmics, tot i que aquest terme està normalment més associat a organismes bentònics que alteren significativament l'ambient i creen així nous hàbitats, com per exemple els esculls de corall, les praderies de posidònia o els boscos de macroalgues.

L'espècie humana pot ser considerada l'enginyer ecosistèmic al·logènic més pertorbador dels ecosistemes marins i terrestres.



Fig. 3. Alguns organismes generen hàbitats per a altres organismes; per això s'anomenen *enginyers ecosistèmics*. Entre aquests organismes trobem musclos (↑), algues (↓) i coralls (→), per exemple.

2. Els hàbitats marins i factors que els afecten

Molts hàbitats marins en general, però especialment els pelàgics, són força canviants, ja que la presència d'unes espècies o altres depèn molt de les condicions ecològiques que hi troben, i aquestes sovint estan supeditades als règims de corrents i a les característiques hidrodinàmiques de l'ambient, que solen ser força canviants. Entre altres factors que afecten els hàbitats marins també hi ha la temperatura (inflüida per la latitud, els corrents, la presència de desembocadures de rius o fonts d'aigua dolça o fonts termals), la llum, els nutrients, la salinitat, els diferents gasos que hi ha dissolts a l'aigua, el grau d'acidesa o d'alcalinitat, la turbulència, la presència o absència de substrat i la presència o absència d'altres organismes creadors d'hàbitat. Segons quina sigui la distribució d'aquests factors a l'ambient, es creen indrets més favorables per a determinades espècies; per això, per exemple, a l'eix vertical podem trobar una marcada zonació en les comunitats biològiques que viuen al fons marí. Alguns dels factors que afecten els hàbitats poden limitar el creixement d'algunes poblacions; aleshores s'anomenen *factors limitadors*.

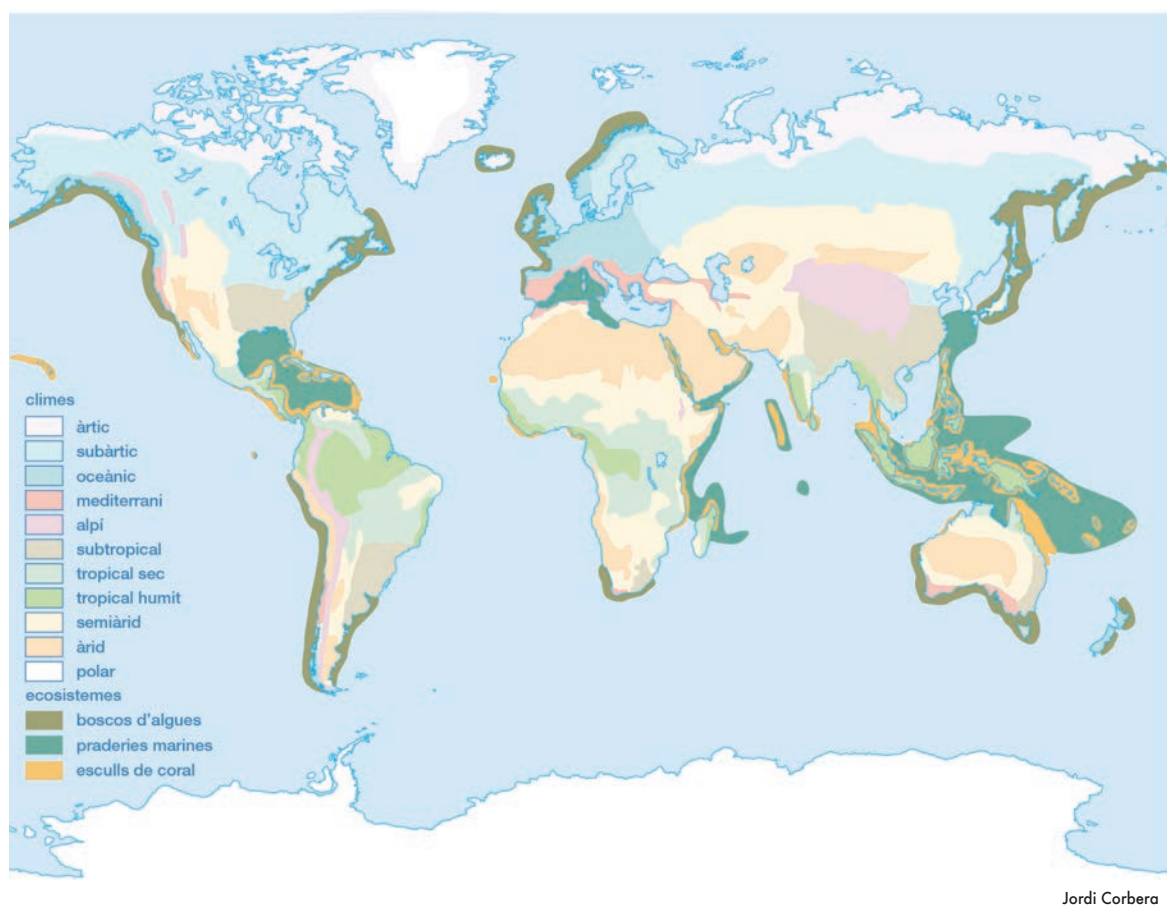
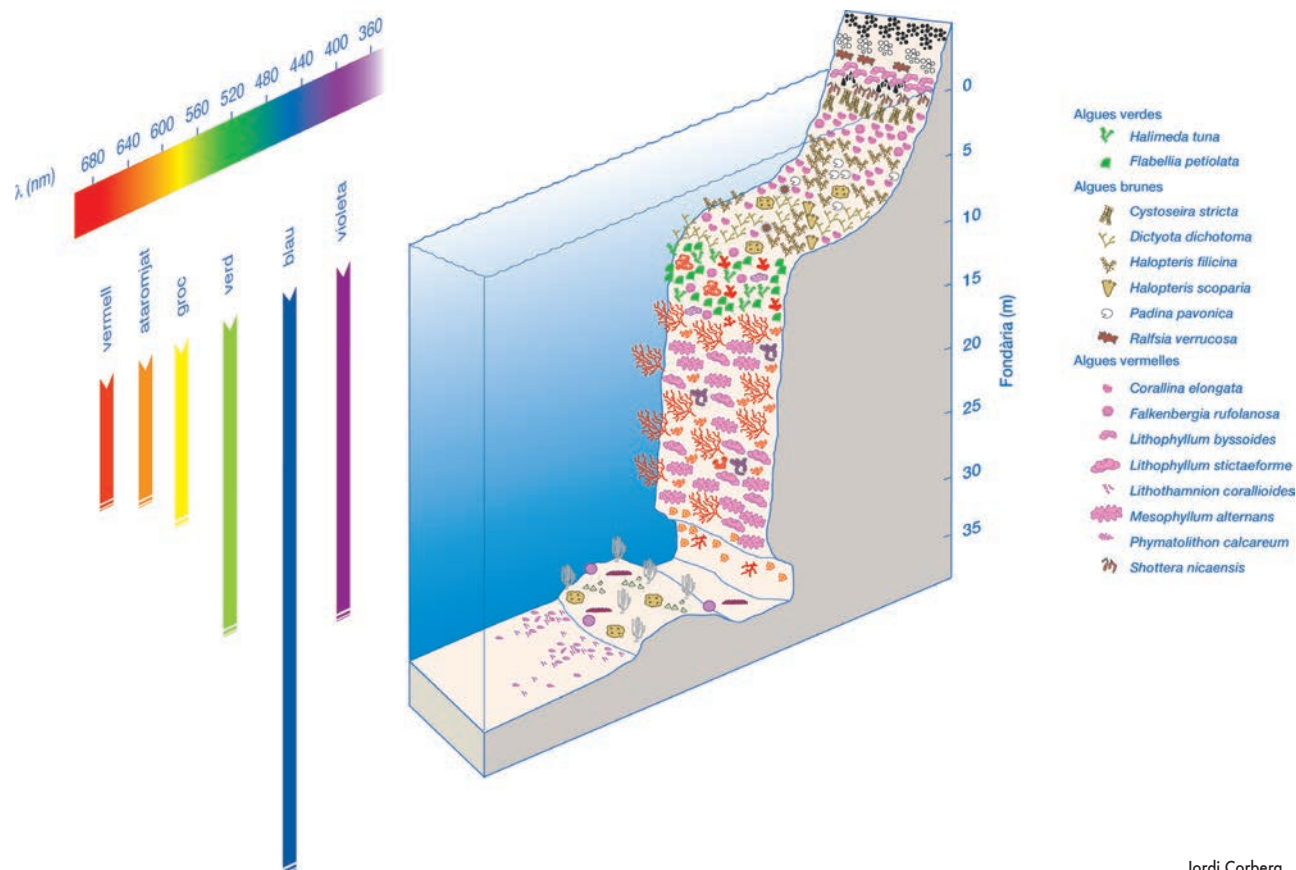


Fig. 4. En diferents zones climàtiques del món trobem diferents ecosistemes o hàbitats marins, influenciats també per les condicions oceanogràfiques.



Jordi Corbera

Fig. 5. Els factors ambientals locals, com ara l'onatge, el substrat i la fondària, condicionen l'hàbitat de nombroses espècies, com veiem amb la zonació vertical de les algues.

Els ambients costaners superficials acostumen a ser força canviants, ja que estan sotmesos habitualment a un considerable hidrodinamisme, responsable que l'erosió sigui més accentuada i que les condicions hídriques siguin més variables; en són un bon exemple els ambients intermareals, que passen períodes submergits i d'altres sense cobertura d'aigua.

Els ambients litorals també estan molt afectats per la geologia de l'indret, així com per la presència de desembocadures de rius, per exemple. Per això, la morfologia de les costes és molt variada, i hi trobem des de penya-segats fins a estuaris, passant per illes barrera, fiords, basses intermareals i estructures vivents, com ara els esculls de corall. La zona costanera (que abraça la plataforma continental), a més, comprèn normalment moltes àrees d'aflorament, amb la qual cosa tant la varietat d'ambients com la disponibilitat de fonts d'aliment afavoreixen que s'hi concentri la major part de la vida marina. Un ambient particular a la zona costanera és la zona intermareal, que està influïda per fortes fluctuacions en el règim hídric, de manera que queda exposada a la dessecació durant certs períodes diàriament.

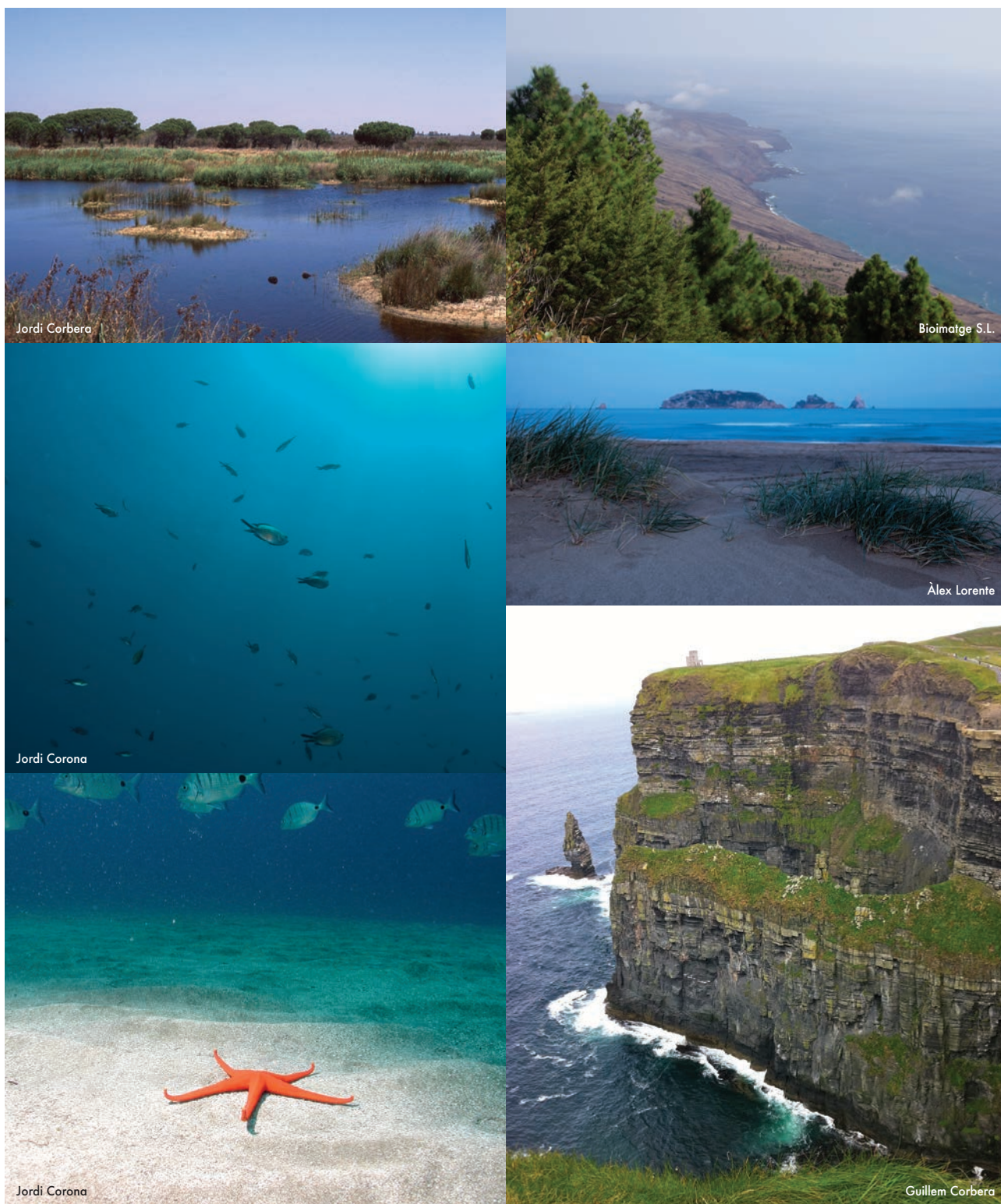


Fig. 6. (De ← a → i de ↑ a ↓), Els aiguamolls, les illes, l'ambient pelàgic, les dunes i les platges, els fons sorrencs i els penya-segats són alguns exemples d'ambients relacionats amb l'ecosistema marí.

Igualment, molts d'aquests hàbitats costaners són també els més influenciats negativament per les activitats humanes. La contaminació, la sobrepesca i la construcció al litoral han provocat la fragmentació i la desaparició de molts hàbitats marins costaners.

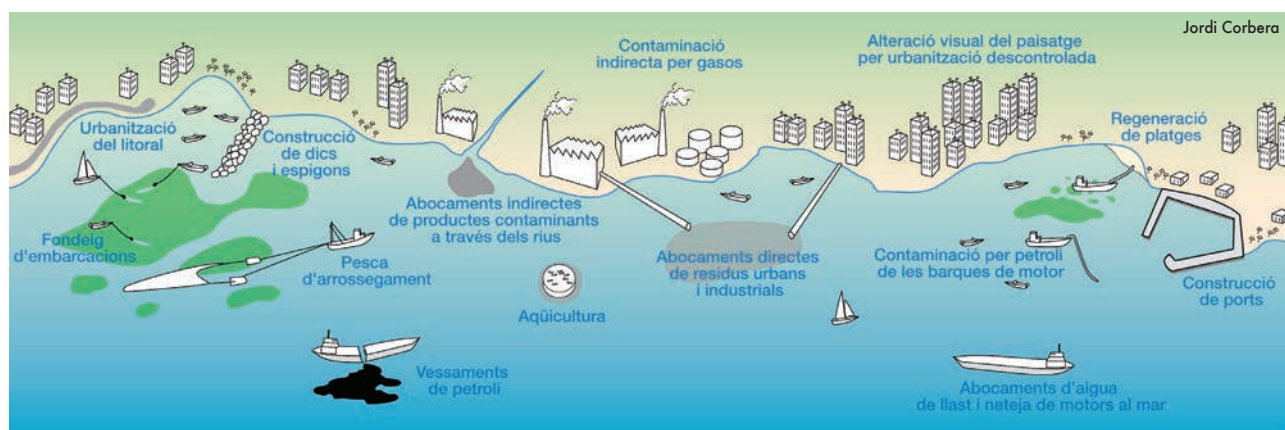


Fig. 7. Nombroses activitats humanes creen forts impactes en els hàbitats més costaners, que acaben destruint, i afecten les comunitats biològiques que hi viuen, com per exemple les praderies de posidònia en el Mediterrani.

3. Nínxol ecològic

El concepte d'*hàbitat* porta sovint a parlar del concepte de *nínxol ecològic*. Un nínxol ecològic descriu, de fet, la manera de viure i el lloc que ocupa una espècie dins d'un hàbitat. Es diu que cada espècie té un nínxol ecològic concret, que està determinat per com estan distribuïts els recursos a l'ambient on viu (en el temps i l'espai) i per les relacions (de depredació, competència, etc.) que té amb les altres espècies. *Hàbitat* es refereix més a l'indret en si que ocupa una població d'una espècie. En canvi, *nínxol* abraça també allò que una població d'una espècie fa dins l'ecosistema. En general, com més complex és un hàbitat, més nínxols ecològics potencials albergarà. Quan en un indret escassegen els recursos, les espècies poden buscar adaptar-se a les noves condicions tot buscant nous nínxols ecològics. Hi ha espècies molt especialitzades a aprofitar un recurs determinat; aquestes espècies, anomenades *especialistes*, solen ser més vulnerables als canvis ambientals o als recursos que hi ha al seu hàbitat. Per contra, les espècies *generalistes* solen tenir nínxols molt més amplis i solen adaptar-se millor als canvis en l'ambient o en els recursos.

4. Hàbitat i diversitat

Als diferents hàbitats podem trobar un nombre diferent d'espècies. La diversitat no es refereix només a la riquesa o el nombre d'espècies, sinó també a la seva abundància relativa. En general, si un ambient és més heterogeni, més complex, hi observarem una major biodiversitat. El fet que un ambient sigui heterogeni pot afavorir que hi hagi més nínxols ecològics i, per tant, més espècies i més interaccions entre elles.

L'estabilitat dels factors ambientals que hi ha en un hàbitat també pot influir en la diversitat que trobarem en un ambient o, si més no, en el tipus d'organismes que hi ha presents. Per exemple, en un indret amb fortes variacions de temperatura trobarem espècies que toleren aquestes variacions (aquestes espècies s'anomenen *euritermes*), mentre que en un indret amb molta estabilitat de la temperatura trobarem espècies que probablement són més intolerants als canvis de temperatura (aquestes espècies s'anomenen *estenotermes*).

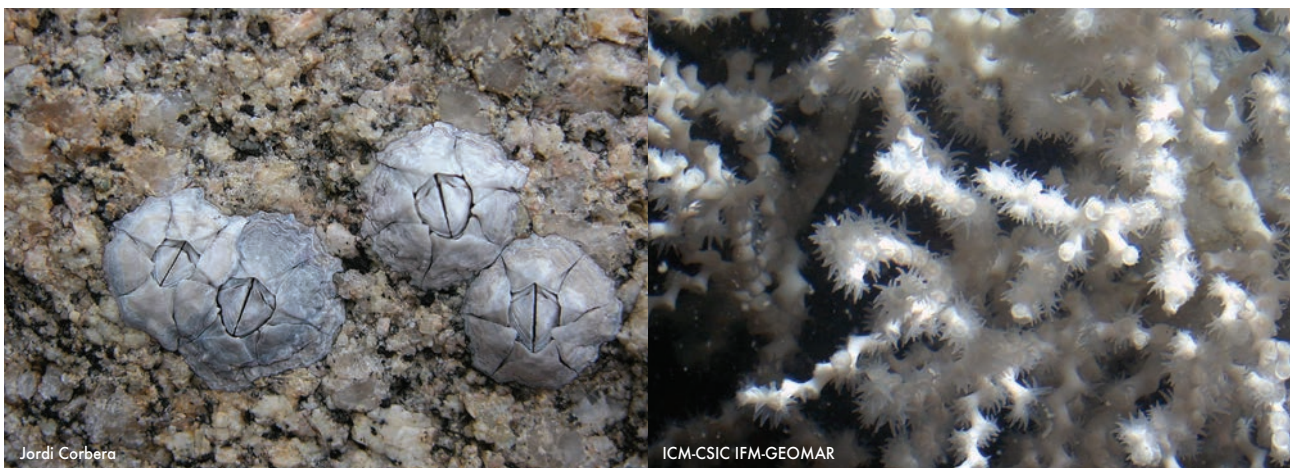
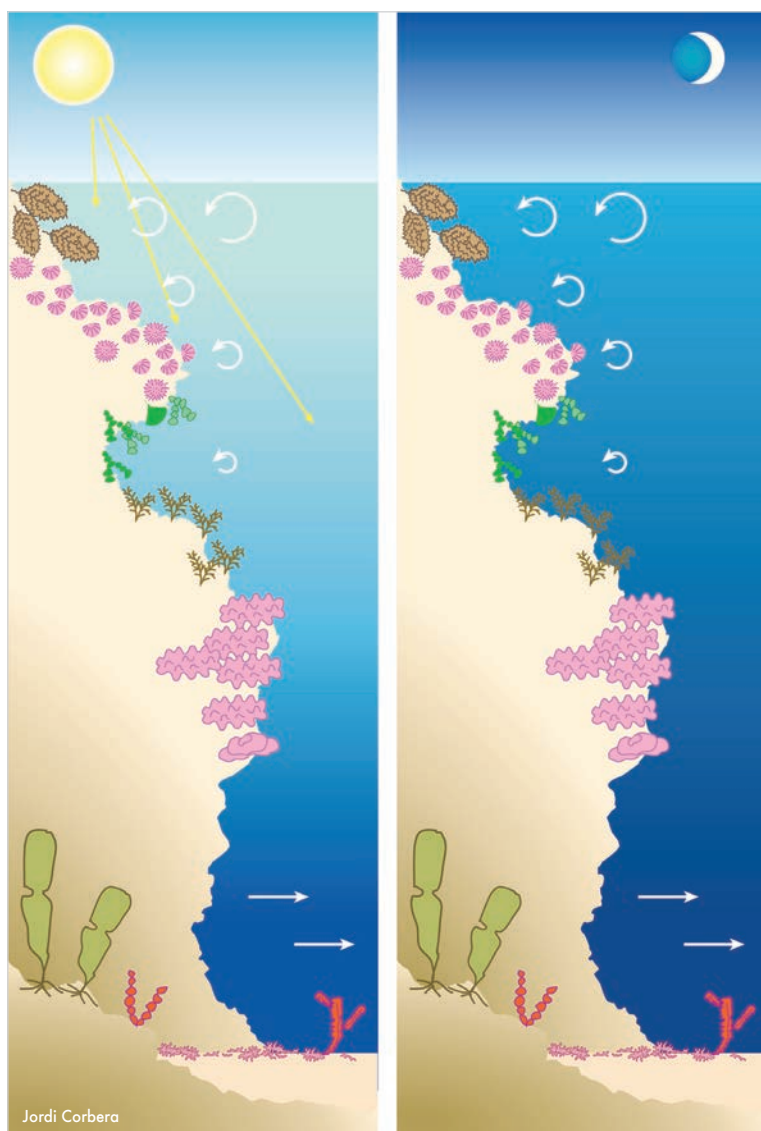


Fig. 8. El cirrípede *Euraphia depressa* és una espècie euriterma (←). Es creu que els coralls d'aigües fredes són estenotermes, ja que toleren un rang de temperatura força concret (→).

D'aquesta manera, veient que en diferents hàbitats i sota diferents condicions ambientals hi ha diferents valors de biodiversitat, podem dir que l'hàbitat en si condiciona la diversitat biològica.

5. Les algues com a hàbitat

Entre els organismes creadors d'hàbitats hi ha les algues. Les algues són protists: éssers eucariotes, unicel·lulars o multicel·lulars, que fan la fotosíntesi i que constitueixen un dels principals productors primaris de l'ecosistema marí. Les algues multicel·lulars, que sovint anomenem *macroalgues*, no tenen teixits diferenciats, tot i que poden presentar certes estructures més o menys especialitzades: l'hapteri o rizoide que els permet la fixació al fons; el caulòide, una estructura similar al tal·lus de les plantes; i els fil·loides, similars a les fulles de les plantes. Les formes variades que presenta el tal·lus de les algues són el resultat de diferents formes de créixer. Així, hi ha tal·lus filamentosos —simples o ramificats—, arbusculars, comprimits, erectes, incrustants; a més, alguns d'aquests tal·lus poden estar calcificats en major o menor grau, o recoberts per substàncies mucilaginoses, per exemple.



Dins un mateix grup de macroalgues (verdes, vermelles o brunes) podem trobar gran varietat de formes del tal·lus i de tipus de creixement. Així, per exemple, algunes algues verdes tenen un tal·lus més aplanat i prim, com ara les del gènere *Ulva*; d'altres, en canvi, presenten un tal·lus erecte més aviat esponjós i amb ramificació dicotòmica (és a dir, que creixen dividint-se en dos a cada ramificació), com ara les del gènere *Codium*.

Fig. 9. Esquema d'alguns factors ambientals (hidrodinamisme, fondària, llum, tipus de substrat) i biològics (tipus químic d'alga, forma del tal·lus, ritmes circadianis) que poden afectar la fauna associada a les algues.

Hi ha algues coral·lines calcàries que creixen sobre el substrat i les unes sobre les altres, formant uns estrats calcaris que serveixen de substrat per a altres organismes, com ara esponges, cnidaris i briozous; aquestes algues formen les comunitats de coral·ligen.

Algunes de les grans macroalgues, com ara les *kelp*, que poden arribar a fer més de 60 metres de llarg, formen veritables boscos amb una elevada producció biològica. Aquestes estructures tridimensionals conformen l'hàbitat de nombrosos organismes, ja que modifiquen els patrons oceanogràfics costaners. El *kelp* proporciona un substrat físic, a més d'un hàbitat per a altres organismes. El cos d'aquestes macroalgues es pot diferenciar en tres grans parts: l'hapteri, el tal·lus i les frondes, a més de les boies flotants o pneumatocists, les quals també donen lloc a diferents microhàbitats que permeten la coexistència de nombroses espècies d'organismes. Tot i que aquestes macroalgues creen un hàbitat en si, perquè elles s'hi estableixin cal també que hi hagi unes certes condicions ambientals, com ara un substrat més aviat dur, una certa disponibilitat de nutrients a l'aigua i estar en una zona ben il·luminada.

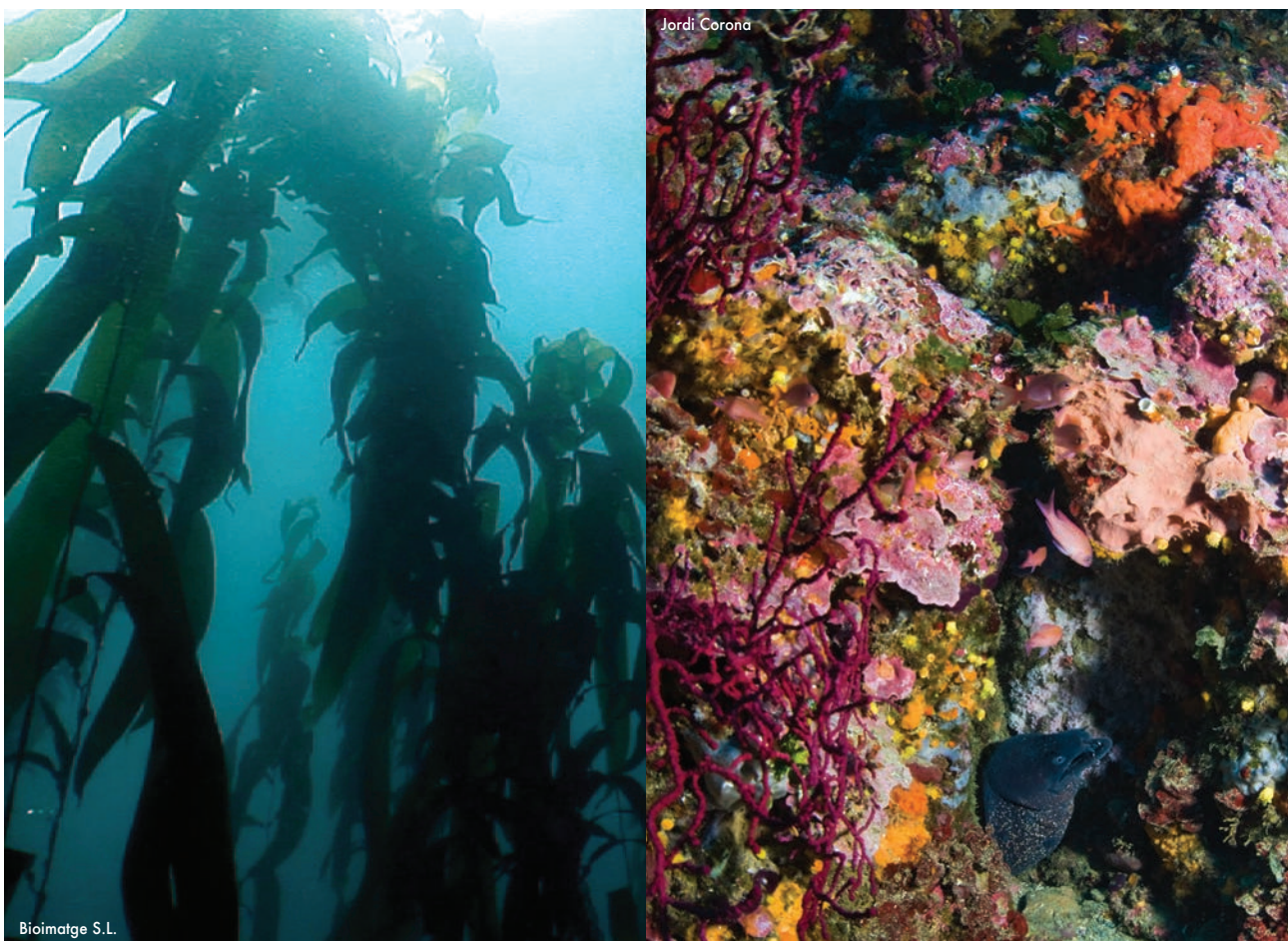


Fig. 10. (←) Bosc de *kelp*. (→) Coral·ligen.

6. Diferents algues, diferents hàbitats

Les diferències en l'estructura i forma del tal·lus de les algues, així com la seva naturalesa química, condicionen la fauna que trobarem associada a les diferents comunitats d'algues.

Hi ha nombrosos organismes que viuen associats a les algues: d'una banda, els que les empren com a font d'aliment, vivint al seu damunt o permanentment a prop d'elles; d'altra banda, els que utilitzen les algues com a refugi i els que les empren com a suport, com ara alguns organismes epífits. Els epífits no parasiten les algues, però, com que en cobreixen bona part de la superfície, poden arribar a impedir que fotosintetitzin i, conseqüentment, provocar-los danys.

En general, els tal·lus més grossos i ramificats ofereixen més superfície i biomassa, i a priori poden allotjar un nombre més gran d'organismes.



Jordi Corbera

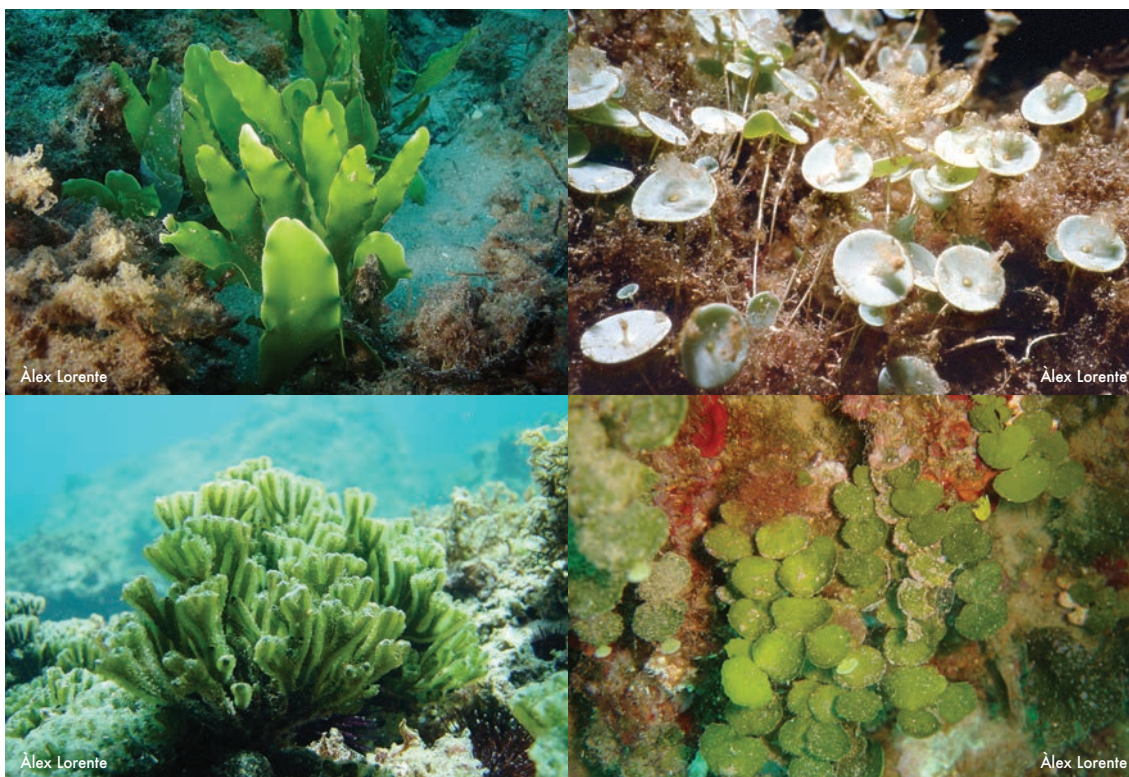
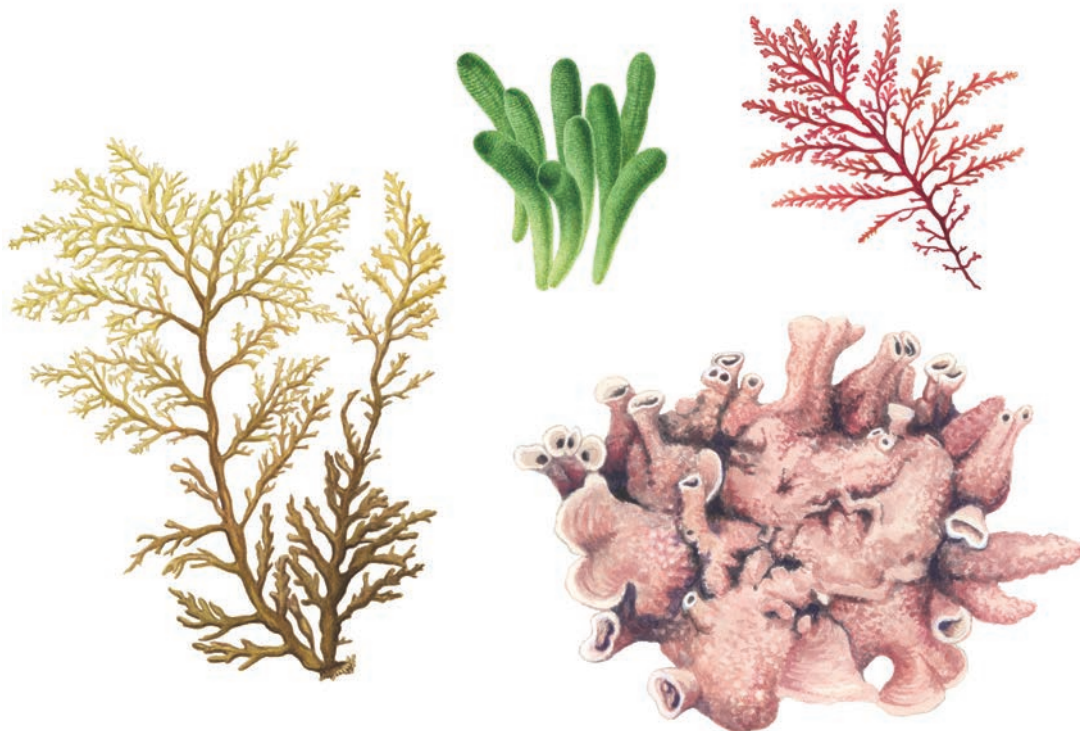


Fig. 11. (↑) Dins d'un mateix grup d'algues, com les verdes, trobem espècies amb formes del tal·lus molt variades. (↓) Fotografies de diferents espècies d'algues verdes, amb tal·lus de formes ben diferents (de ← a →): *Caulerpa* sp. *Acetabularia acetabulum*, *Codium* sp. i *Halimeda tuna*.

Les algues es classifiquen en funció dels diferents pigments que contenen, responsables de les diferents coloracions, així com per la presència d'altres substàncies a l'interior de les seves cèl·lules —per exemple, substàncies de reserva, com ara el midó— i per les característiques de la seva paret cel·lular. Les algues multicel·lulars es classifiquen en tres grans grups: les verdes, les vermelles i les brunes.



Jordi Corbera

Fig. 12. A part de les formes del tal·lus, hi ha tres grans grups d'algues que es diferencien per les seves característiques químiques: algues verdes, algues vermelles i algues brunes, a més d'algunes algues calcificades.

Les algues verdes deuen el seu nom a la predominança de la clorofil·la com a pigment fotosintètic (clorofil·les a i b), tot i que també contenen carotens i xantofil·les. Acostumen a ancorar-se a les roques de les costes, sobretot en aigües temperades i fredes, i algunes són molt resistents a condicions adverses, com ara canvis notables en la temperatura i la salinitat de l'aigua. Poden ser filamentoses, tubulars o làmines aplanades, entre altres tipus. Hi ha algunes algues verdes calcificades, com ara les del gènere *Halimeda*, que tenen incrustacions de carbonat de calci.

Les algues vermelles també són molt diverses; la clorofil·la hi queda emmascarada pels pigments fotosintètics ficoeritrina i ficocianina, que els donen les tonalitats vermelloses característiques. Acostumen a trobar-se a més fondària que les algues brunes, i moltes creixen en indrets amb un fort hidrodinamisme. Els seus tal·lus són de formes molt variades i en algunes espècies presen-

ten incrustacions de carbonat de calci o magnesi, la qual cosa fa que s'endureixin, com passa en les algues del gènere *Corallina*. A causa d'aquestes incrustacions de carbonat càlcic, els tal·lus d'aquestes algues formen estructures molt estables que ofereixen una base sòlida i un bon refugi a diferents organismes fixos i vàgils: és a dir, que poden formar, al seu torn, un substrat biològic que caracteritza comunitats com ara el coral·ligen esmentat anteriorment.

Les algues brunes o feòfits tenen clorofil·les a i c, carotens i xantofil·les —sobretot fucoxantina— que els donen coloracions marronoses o groguenques. Presenten una gran varietat de formes: n'hi ha des d'unicel·lulars microscòpiques fins a laminarials gegants de més de 100 metres de llarg, amb estructures de gas (pneumatòfors) que sostenen les seves enormes frondes en direcció a la llum, i fins i tot hi ha algues amb fins filaments. Moltes presenten estructures de fixació al substrat, com ara hapteris o discos basals d'adhesió; aquests últims serveixen de substrat per als organismes que viuen sobre el disc o al seu interior. D'aquesta manera es generen noves cavitats que obren noves possibilitats perquè espècies d'invertebrats les utilitzin com a refugi davant l'embat de les onades i contra la predació. Les algues brunes, com les vermelles, es troben normalment en llocs amb un gran hidrodinamisme i són bastant resistents a la dessecació; així, de vegades produeixen un mucus que les ajuda no només a mantenir-se humides sinó també a dissuadir herbívors i colonitzadors. Per això es troben normalment en zones intermareals.

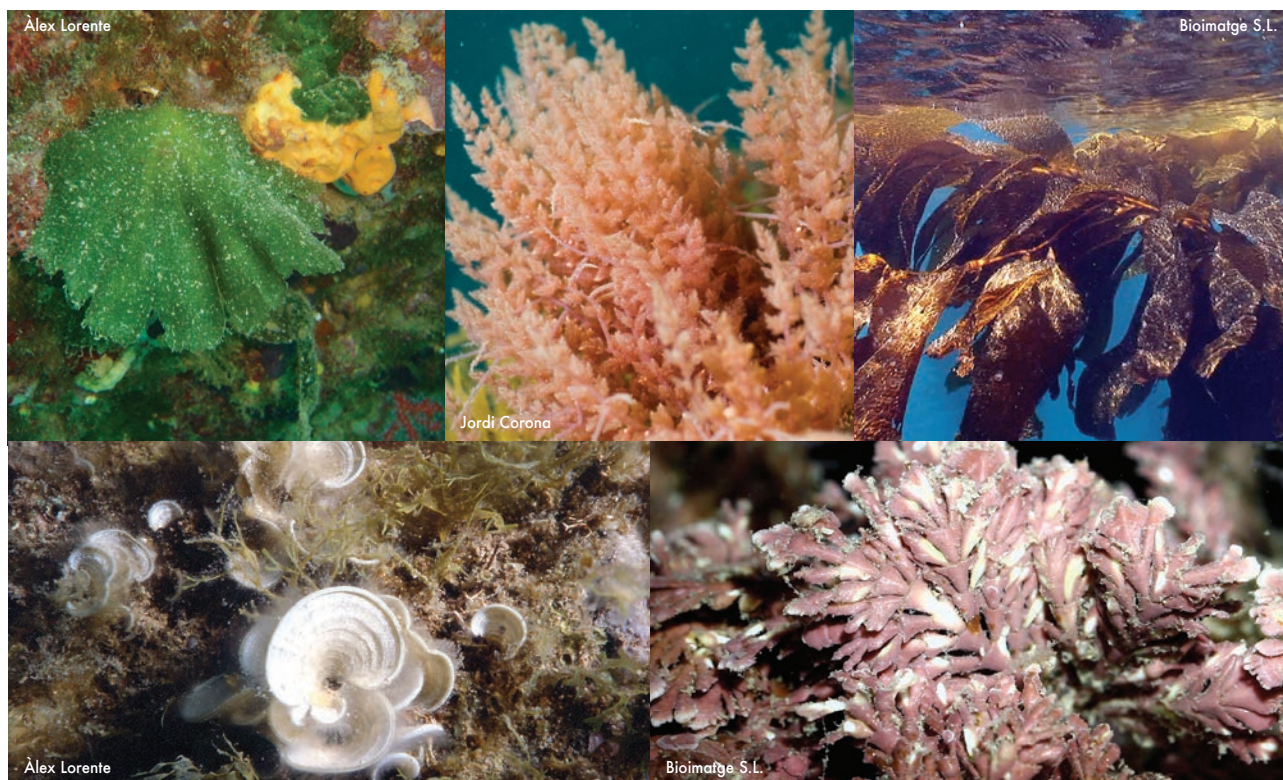


Fig. 13. (↑) Fotografies d'alga verda (*Flabellia* sp.), vermella (*Asparagopsis armata*) i bruna (*kelp*), i (↓) d'algues brunes (*Padina pavonica*) i vermelles (*Corallina elongata*) calcificades.

7. El zooplàncton i les macroalgues

El zooplàncton és el conjunt d'organismes que viuen suspesos a la columna d'aigua, amb una limitada capacitat de desplaçament, supeditada sobretot al moviment de les masses d'aigua. Està compost per organismes heteròtrofs de diferents mides i de diferents grups zoològics, des d'organismes unicel·lulars fins a grans meduses, passant per una àmplia varietat de crustacis i d'organismes gelatinosos. Dins el zooplàncton trobem organismes que passen tot el seu cicle de vida formant part de massa d'aigua i configuren l'anomenat *holoplàncton*. Però també hi ha una varietat d'organismes que formen part del plàncton només durant algunes etapes del seu cicle vital, i en conjunt formen el *meroplàncton* (ous, larves i juvenils de diversos grups d'organismes pelàgics, que passen aquestes fases del seu cicle vital al plàncton, on s'alimenten).

Els components més comuns del zooplàncton que podem trobar associats a les macroalgues es presenten a continuació:

- **Poliquets.** Són cucs anèlids amb el cos dividit en segments amb apèndixs laterals. Només alguns grups formen part de l'holoplàncton i desenvolupen tot el seu cicle vital a l'ambient pelàgic.
- **Crustacis.** Són els més representatius del zooplàncton. Dins d'aquests, els copèpodes són els més abundants. També hi trobem amfípodes, misidacis, isòpodes i tanaidacis.
- **Mol·luscs.** Dins d'aquest grup trobem heteròpodes, amb una closca en espiral similar a la dels mol·luscs gasteròpodes terrestres, els pteròpodes i alguns bivalves.
- **Altres.** També hi podem trobar hidraris, alguns equinoderms i altres organismes.



Fig. 14. Agafant una mostra d'alga amb l'aigua circumdant.

II. Possibilitats d'estudi

Les macroalgues poden viure en nombrosos ambients, i constitueixen l'hàbitat de nombrosos organismes. Podem trobar-les en zones costaneres il·luminades, de vegades en indrets exposats a un fort hidrodinamisme, o fins i tot en indrets molt exposats a la dessecació. La seva gran varietat morfològica propicia l'assentament de diferents tipus i abundàncies d'organismes sobre els seus tal·lus.

Les algues, per tant, ens permeten veure de manera propera com l'hàbitat condiciona la diversitat. A través de l'estudi de la fauna associada a diferents tipus d'algues, o a algues similars però situades en indrets amb condicions ambientals diferents, podem observar el seu paper com a hàbitat i la diversitat associada a aquests hàbitats (tant en el diferent nombre de grups taxonòmics com en l'abundància d'organismes de cada grup).

L'activitat proposada permet treballar diferents aspectes (tant separatament com en combinació):

- **Diversitat.** A través de l'observació dels diferents organismes (i la quantitat d'organismes de cada grup) que colonitzen diferents tipus d'algues, es pot comparar la diversitat trobada en diferents tipus d'algues i unificar les comparacions a partir del pes de l'alga (nombre d'individus per unitat de pes de l'alga).
- **Factors ambientals i/o biogeogràfics.** A través de l'observació dels diferents organismes (grups i nombre d'individus de cada grup) associats a les algues que viuen en indrets amb condicions ambientals diferents o en diferents indrets geogràfics, es poden determinar quins factors ambientals influeixen en la fauna associada a les algues.
- **Ritmes ambientals.** A través de l'observació de la diversitat d'organismes trobats en una mateixa alga en diferents estacions de l'any o en diferents moments del dia (per exemple, en zones intermareals aquesta comparació es pot fer entre els temps de marea alta i marea baixa), es poden esbrinar els factors ambientals que determinen la presència de determinats grups d'organismes en determinats moments del dia o de l'any, i associar aquesta informació als seus cicles vitals o als seus ritmes biològics.

La biodiversitat d'un indret en regula els fluxos de matèria i energia, té un paper primordial en els cicles biogeoquímics i, per tant, en els intercanvis entre atmosfera, hidrosfera, litosfera i biosfera. El fet d'associar el concepte de biodiversitat al d'hàbitat permet també entendre el valor ecològic dels hàbitats i promoure'n la conservació o, si més no, entendre els greus problemes ecològics i també econòmics que es poden derivar de la fragmentació i/o destrucció dels hàbitats.

III. Material i mètodes

1. Recollida de les mostres

1.1. Material de camp

- Bosses de plàstic
- Roba d'aigua
- Formol
- Guants
- Mascareta
- Termòmetre
- Pots de plàstic per guardar les diferents mostres
- Retolador indeleble
- Tub i ulleres, si cal
- Càmera fotogràfica

1.2. Metodologia de mostreig

a) Mostreig bàsic. Es tracta de fer la recollida d'un o de diferents tipus d'algues en una mateixa zona de mostreig (i en una mateixa àrea geogràfica). Perquè sigui més senzill, s'aconsella fer el mostreig d'algues superficials (i si el mostreig es fa a la zona intermareal, s'ha de fer quan la marea estigui baixa, ja que així serà més fàcil i menys perillós; per això és útil disposar d'una taula de mareas per controlar aquest procés).

Es recol·lecten un nombre representatiu d'algues –tres de cada tipus, per exemple– de diferents grups (vermelles, verdes i brunes), o d'algues del mateix tipus però amb morfologies diferenciades; a més diferenciació, més bé es podran analitzar les diferències de la fauna associada a cadascuna (per exemple, alguna amb un tal·lus més o menys ramificat, una altra amb un tal·lus més aplanat i ample, una altra de calcificada, etc.).

El procediment de recollida consisteix a cobrir l'alga amb la bossa de plàstic, de manera que l'obertura de la bossa quedi a prop del fons, i l'alga juntament amb l'aigua que la circumda quedin a l'interior de la bossa; d'aquesta manera es recollirà no només l'alga en si mateixa, sinó també aquells organismes que la rodegen. Després, l'obertura de la bossa s'ha de tancar a la base de l'alga i separar aquesta del substrat, bé tirant amb força amb la mà o bé amb l'ajuda d'algun instrument, en cas que tingui rizomes o estructures d'adherència.

Un cop recollida, l'alga es col·loca juntament amb l'aigua i la seva fauna associada en un pot.

Tot seguit, perquè la mostra es conservi, s'hi afegeix una petita quantitat de formol (utilitzant guants per evitar irritacions, així com una mascareta) i es porta al laboratori per analitzar-la.



Fig. 15. Representació esquemàtica del mostreig bàsic proposat (s'indica com agafar l'alga amb l'aigua circumdant).

És important recollir dades ambientals de cada zona mostrejada i anotar-ne els valors en una taula (com la que proposem al final de l'activitat); per exemple, cal registrar la temperatura de l'aigua amb l'ajuda d'un termòmetre, el temps que fa aquell dia, la data i l'hora del mostreig i el tipus de substrat. També resulta útil fer-ne fotografies.

b) Mostreig a la zona intermareal. Es tracta d'analitzar la fauna associada a una mateixa alga en diferents moments del dia, quan es veu afectada per diferents factors ambientals, com per exemple la pujada i baixada de la marea. Com s'ha comentat anteriorment, és útil disposar d'una taula de mareas. Es recol·lectaran, doncs, exemplars d'una mateixa espècie o també d'espècies de diferents grups a la zona intermareal, tant durant la marea alta (extremant les precaucions) com durant la marea baixa.

Si es vol fer un estudi encara més extens, cadascun dels apartats anteriors es pot dur a terme en diferents àrees geogràfiques, que presentin diferents condicions, com ara un major o menor embat de les onades, zones amb influència o no d'alguna urbanització propera (avaluar-ne l'impacte antròpic), etc. Com més grans siguin les diferències entre els llocs, més clares es veuran les diferències en les comparacions que es faran posteriorment.

Sempre és recomanable prendre fotografies durant tot el procés, si és possible.

c) Mostreig a diferents fondàries (opcional). Mitjançant un procés similar a l'anterior, es pot fer la recollida d'un nombre representatiu d'algues d'una mateixa àrea geogràfica, però situades en diferents zones verticals de la franja litoral, de manera que estiguin sotmeses a diferents condicions: les unes a la zona superficial, sotmeses a períodes de dessecació; i les altres a una major fondària, de manera que estiguin permanentment submergides.

Per fer-ho, es pot recol·lectar una mateixa espècie d'alga que estigui en ambdues profunditats o, en cas que siguin diferents, un mateix «tipus» d'alga (per exemple, si s'escull una alga verda, que siguin dues algues verdes i amb una estructura de tal·lus similar).

Per obtenir les algues situades a més profunditat, l'ideal és trobar una zona on les algues estiguin permanentment submergides però que sigui mostrejable sense que calgui submergir-s'hi i l'alga es pugui recol·lectar fàcilment des de la costa. Encara que les fondàries de les algues no siguin molt diferents, el que és interessant serà veure que les unes estaran permanentment submergides (en condicions hídriques més similars a les algues que es troben a 5 m de fondària) i les altres només estaran submergides intermitentment.

Si això no és possible, el procediment de recollida es pot fer utilitzant una mascareta de *snorkel* i un tub per submergir-se, sempre que l'alumne es vegi capacitat per fer-ho, les condicions atmosfèriques ho permetin i es faci sota la supervisió d'un adult; si hi ha algun adult que practiqui la immersió, pot recollir les algues equipat amb escafandre autònom.



Fig. 16. La zona de mostreig pot ser variada, des d'una platja de sorra fins a una costa rocosa. Intenteu, sempre, mostrejar en indrets de fàcil accés i arrecerats.

2. Anàlisi de les mostres

2.1. Material de laboratori

- Malla o tela de 60 a 100 micres de llum de malla
- Pot de plàstic de 500 ml amb tap de rosca
- 2 safates de plàstic (l'una per filtrar els organismes associats a l'alga i l'altra per dipositar l'alga)
- Pinces
- Plaques de plàstic o vidre
- Guants, mascareta i ulleres de laboratori per manipular les mostres amb formol
- Alcohol de 70°
- Aigua destil·lada
- Lupa
- Balança

2.2. Tractament i filtració de les mostres

Per a l'anàlisi de laboratori, primerament és aconsellable que passeu la mostra fixada amb formol a un recipient amb alcohol de 70°. Per fer-ho, heu d'abocar amb compte la mostra en un sedàs fi, o filtrar-la amb un tros de malla, recollint el líquid —aigua de mar amb formol— en un recipient de plàstic que es pugui tancar. S'ha de tenir en compte que el formol és tòxic, per la qual cosa és convenient fer aquesta operació en un lloc molt ventilat, amb guants i amb mascareta i ulleres de laboratori. Un cop tingueu la mostra en el sedàs o la malla, recolliu-la amb molt de compte o col·loqueu-la dins d'un pot de plàstic amb alcohol de 70°. Per recollir la mostra, podeu ruixar-la o esbandir-la amb el mateix alcohol, de manera que vagi caient en el recipient de recollida. Tot seguit, estant la mostra en alcohol, podeu manipular-la i analitzar-la més còmodament i sense estar exposats als efectes tòxics del formol.

Per analitzar les mostres, en primer lloc s'han de filtrar i posteriorment fer-ne el recompte d'organismes.

Per fer-ho, heu d'abocar primerament tota la mostra del pot (que conté l'alga recol·lectada i la fauna associada, en alcohol) en una de les safates de plàstic. Amb l'ajuda de les pinces, removeu una mica l'alga, de manera que els organismes que pugui haver-hi a l'interior s'alliberin i quedin a l'aigua. Un cop fet això, podeu tornar a posar l'alga al pot.

A continuació heu de tallar el pot de plàstic de 500 ml amb tap de rosca per la base, i també l'interior del tap (de manera que, quan l'enrosqueu al pot, quedi un forat); després, col·loqueu un tros petit de malla (de 15 x 15 cm aproximadament) ben estès entre la boca del pot i el tap retallat, de manera que la malla quedi ben subjecta per la part de la rosca i no hi hagi arrugues. L'estructura ha d'actuar com un col·lador.

Després col·loqueu el pot amb la malla a sobre de l'altra safata de plàstic, de manera que la base del pot quedi cap a vosaltres. Aboqueu la mostra de la primera safata de plàstic (en la qual hi ha la fauna associada a l'alga) a través del pot, de manera que els organismes quedin atrapats a la malla, i l'aigua amb l'alcohol quedi a la safata.

El pas següent consisteix a repartir els organismes de la malla en una placa de vidre amb un mica d'aigua destil·lada, per observar-la posteriorment mitjançant la lupa binocular. Podeu abocar directament la malla dins la placa, tot esbandint-la amb una mica d'aigua, perquè vagi caient sobre la placa de vidre i així recuperar tots els organismes que hi han quedat retinguts.

Aquest procediment es fa per a cada una de les algues mostrejades.

Precaució: quan es treballa amb formol, l'ambient ha d'estar degudament airejat i s'han d'utilitzar guants (de làtex) i una mascareta.

2.3. Recompte total d'individus i d'espècies

Es tracta de determinar la presència i el nombre d'individus dels diferents grups d'organismes trobats; després es podran fer càlculs de diversitat segons les diverses fórmules escollides.

Entre els materials proporcionats per a l'activitat hi ha una guia per a la identificació dels organismes. És convenient fer fotografies de les mostres i dels organismes concrets, i si teniu dificultats per identificar-los, ens podeu enviar les vostres fotografies i us podem ajudar a resoldre els vostres dubtes.

Per fer el recompte d'organismes cal utilitzar una placa de plàstic transparent subdividida en, almenys, quatre quadrants, sobre la qual es col·locarà la mostra. Llavors podreu avaluar:

- els diferents tipus d'organismes presents;
- el nombre d'individus de cada espècie o tipus, i, si són molt nombrosos, el valor aproximat d'individus de cada espècie trobada; per fer-ho, heu de comptar els individus que hi ha en un dels quadrants i multiplicar-ho per quatre (nombre de quadrants totals en què s'ha subdividit la placa).

En un full d'excel com el que us proporcionem, aneu anotant la informació que extraieu del recompte: nom de l'organisme, nombre d'individus, color, forma i mida, etc.

Aquestes dades us permetran obtenir una aproximació de la diversitat present en les diferents algues i/o sotmeses a diferents condicions (zona geogràfica, fondària, temperatura, onatge, etc.).

La biodiversitat es pot calcular mitjançant diferents índexs, entre els quals el de Shannon i el de Brillouin són els més emprats. Els valors obtinguts dels índexs permeten comparar les mostres. L'índex de Shannon suposa que la diversitat respon a la probabilitat que, en extreure a l'atzar un individu d'una comunitat, aquest sigui d'una espècie o taxó diferent; per tant, és un índex que no té en compte les abundàncies dels individus de les diferents espècies. En canvi, l'índex de Bri-

llouin sí que té en compte com estan representades les espècies —és a dir, la seva abundància— a partir de la relació entre el nombre total d'espècies i el nombre total d'individus de cada espècie. Altres índexs de biodiversitat que tenen en compte les abundàncies dels individus —les abundàncies totals o les abundàncies de les diferents espècies— són el de Simpson i el de Margalef. Les fórmules corresponents a cada índex són les següents:

$$\text{Shannon-Weiner } H' = - \sum_i^S 1 p_i \ln p_i$$

$$\text{Brillouin } HB = (\ln N! - \sum \ln n_i!) / N$$

$$\text{Simpson } D_s = \sum_i^S 1 ((n_i (n_i - 1)) / (N (N - 1)))$$

$$\text{Margalef } D_m = (S - 1) / \ln N$$

n_i : nombre d'individus de l'espècie i

p_i : proporció d'individus de l'espècie i respecte al total d'individus

S : nombre total d'espècies

N_i : nombre total d'individus

2.4. Recompte d'organismes en funció del pes de l'alga

Per poder comparar les diferents algues entre elles, és necessari calcular el pes de cada alga i la mitjana d'individus per unitat de pes de l'alga. Per portar a terme aquest procés, heu d'assecar primer les algues amb una estufa a 37 °C i/o al sol. Un cop hagin perdut tota l'aigua, peseu-les d'una en una en una balança. Tot seguit podeu procedir a calcular el nombre d'individus per unitat de pes de l'alga i així sabreu finalment la biodiversitat present en cadascuna de les algues analitzades (és útil anotar-ne els resultats al full de càlcul). Amb aquests valors podeu comparar la fauna associada als diferents tipus d'algues mostrejades, tant de la mateixa zona com de zones diferents, o recol·lectades en èpoques de l'any distintes o a diferents hores del dia, així com relacionar el nombre d'individus amb la mida i l'estructura de l'alga.

2.5. Processament de les dades obtingudes i elaboració de conclusions

Un cop recollides totes les dades recollides, podeu analitzar-les d'acord amb els objectius i les hipòtesis plantejats a l'inici de l'activitat. Representar els resultats de manera gràfica o visual en facilita la interpretació. Podreu elaborar conclusions i reflexions a partir dels resultats obtinguts i de l'experiència mateixa de la investigació, amb les dificultats i problemes que hagin pogut sorgir al llarg de la mateixa investigació. També és interessant que els diferents grups d'alumnes compartiu, compareu i discutiu les conclusions a les quals heu arribat.

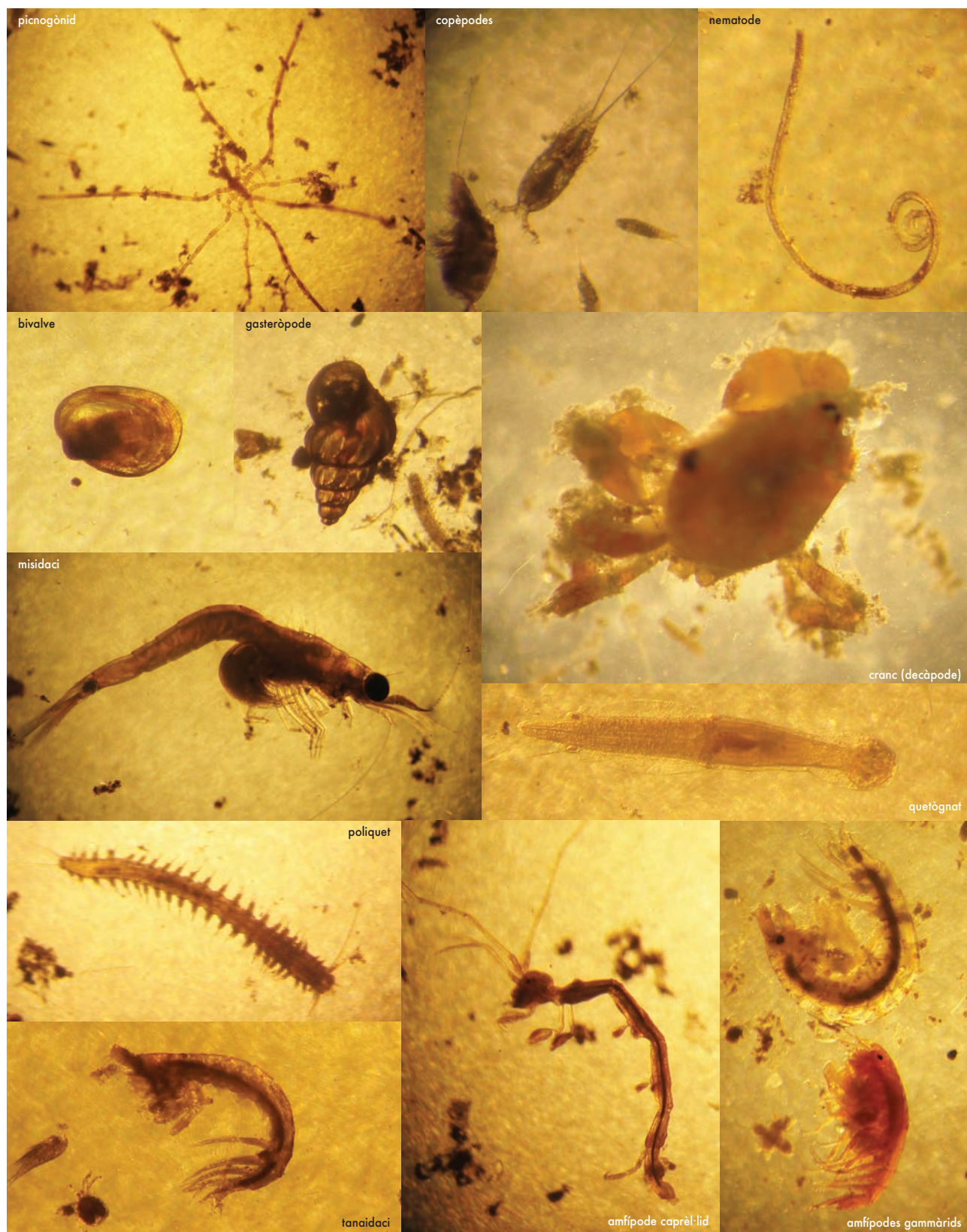


Fig. 17. Fotografies d'alguns dels organismes trobats durant l'anàlisi de la fauna associada a les algues, vistos amb una lupa binocular, i el nom dels quals figura damunt de cada imatge. (fotografies d'Anna Gili i Anna Withehouse)