Coneixem realment els oceans? La desforestació dels boscos del mar com a exemple

Josep Maria Gili i Begoña Vendrell

Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona

Do we really know the oceans? The deforestation of the sea forests as one example. – From the outside, the sea may appear as a homogeneous body of water. But technological advances have revealed it hides many living communities that dwell on the seafloor even at great depths. At shallow depths, many benthic communities are dominated by algae or sea plants, forming "forests" similar in structure and function to those we find on land. But at greater depths, where light is dim at best or does not reach, we can also find "sea forests", though these are formed by animals such as gorgonians and other corals or sponges, for instance. These animal forests develop in such ways that they benefit from the currents and moving water masses which contain their food sources and upon which their sexual reproduction also depends. Their ecological importance is great: they act as places where many other species congregate, becoming sites of great biodiversity, as well as nurseries for larvae and juvenile individuals of many commercial species. These animal forests are still being studied extensively, despite extensive destruction by humankind's extractive activities, as fishermen have long known since such locales have historically been rich in catches. Technology may help scientists to better visualize these marine forests so that the general public can more fully appreciate them and thus help preserve them and the marine ecosystem in general.

Introducció

Un dia, vora el mar, ens van preguntar com es podria visualitzar allò que els humans hem fet al mar, ja que la visió de la superfície del mar no ens permet anar més enllà de la imatge general d'una capa d'aigua que ens amaga un món aparentment llunyà i fosc. No ens va ser gens fàcil trobar una resposta a aquesta pregunta, ja que com animals visuals que som, difícilment ens preocuparem d'allò que no podem veure o que no podem, com a mínim, percebre, sense haver-nos de submergir en una immensa massa d'aigua. Tampoc ens seria fàcil explicar els motius i la dimensió de la possible malifeta si no buscàvem una manera imaginativa i "visual" per trobar una resposta a la pregunta. La nostra alternativa va ser escollir uns dels ecosistemes que coneixem més en el medi terrestre –el nostre medi– i que són accessibles a tothom: els boscos.

A partir d'aquesta elecció, desenvoluparem un seguit de continguts i, fent comparacions amb els boscos terrestres podrem "visualitzar" els boscos del mar, sobretot aquells que es troben als fons marins on no arriba la llum. Partim del fet evident que falta llum per a què es pugui desenvolupar la vida vegetal. Les plantes necessiten l'energia lumínica per fer la fotosíntesi i créixer. La mateixa situació es dóna al mar, on els vegetals i molts protistes marins busquen la llum per viure i créixer. Aquest fet fa que quasi tota la vida vegetal marina es concentri a poca fondària on la llum arriba, però a mesura que anem cap a més fondària, l'aigua del mar filtra la llum i en pocs metres (al voltant dels 50 m en el Mediterrani) (Ros *et al*., 1986) la manca de llum fa impossible la vida vegetal en els oceans. Si recordem que els oceans arriben a 11.000 m de fondària (amb una mitjana de més de 3.700 m), podem imaginar aleshores que els oceans són el món de la foscor.

La pregunta que ens podem fer és: si ja no hi ha llum, és possible que hi hagi vida a les fondàries marines? Avui en dia és evident que sí, que això és així, però cal recordar que fins al 1840, membres de la comunitat científica com el Dr. Edward Forbes que encunyà el concepte zona afòtica (absent de llum i vida), creien que no hi havia vida als oceans a fondàries de més de 750 m (Allaby, 2009). Aquest fet és una primera evidència del poc que coneixíem els oceans, oblidats fins fa ben poc temps en la història d'exploració del món per part de la humanitat. Un dels motius d'una de les grans expedicions oceanogràfiques, l'expedició del Challenger entre 1872 i 1876 (Linklater, 1982) que va marcar un punt de partida en el coneixement dels oceans, va ser el de canviar completament el concepte de zona azoica i demostrar que als oceans hi ha vida en tota la seva extensió. Per tant, si hi ha vida en tot el fons dels oceans, què succeeix amb els boscos marins, segueixen existint encara que no puguin ser d'organismes fotosintètics?



Figura 1. Boscos de fanerògames (herbeis de *Posidonia oceanica*) a uns 15 metres de fondària en el litoral de l'illa de Mallorca (Fotografia de Josep Maria Gili).

La resposta a aquesta pregunta ens portarà a demostrar que una de les causes fonamentals de la sobreexplotació i deteriorament per part de la humanitat dels mars i oceans ha estat el desconeixement d'aquests ecosistemes.

Els boscos marins

El boscos marins més coneguts al Mediterrani són les praderies de *Posidonia oceanica*, els alguers (fig. 1). Aquesta fanerògama conforma boscos litorals fins als 30 o 40 m de fondària, depenent de la transparència de l'aigua. Es tracta d'uns boscos que tenen funcions estructurals similars a les dels boscos terrestres: amb les seves arrels retenen els sediments i aturen l'erosió costanera, al mateix temps són el refugi d'un elevat nombre d'espècies, i donen lloc així a un dels hàbitats de més alta diversitat costanera (Romero, 2004). Hi ha altres fanerògames que formen boscos en altres mars i oceans, potser els més espectaculars són els de kelp, macroalgues del gènere *Macrocystis* del Pacífic, amb tal·lus de més de 45 metres i una de les productivitats més altes dels oceans (Connor i Baxter, 1989). El fet que en aquests boscos s'hi concentrin tantes espècies, el fet d'estar a prop de la costa on les barques deixen i arrosseguen les seves àncores, com també el fet que moltes espècies tinguin un interès comercial i se "seguin" per a transformar-les en adobs o menjar per a ramaderia, els ha causat grans problemes fins al punt d'extingir-los en moltes zones costaneres.

El paper cabdal dels boscos marins de zones il·luminades i poc profundes queda ben palès avui dia. No hi ha dubte de la importància de la seva conservació, especialment en mars com el Mediterrani on el sobreús de la zona costanera en el darrer segle els ha portat a un estat molt precari i a una disminució dràstica en alguns llocs, tant per l'erosió causada per l'ancoratge de les embarcacions –tant de pesca com de lleure–, com per la contaminació i per l'aportació indiscriminada de sediments a causa de la regeneració de platges, etc. (Ros, 2001).

Una vegada la intensitat lumínica minva i les algues i plantes no tenen prou capacitat per créixer i seguir ocupant l'espai en el fons del mar, els animals ocupen el seu lloc i es produeix, en una franja de pocs metres de fondària, un intercanvi de la vida vegetal per l'animal. Comença el veritable món de la foscor, que és el domini dels boscos marins, però dels boscos formats per animals. Si fem una ullada ràpida a les imatges de què podem gaudir en molts documentals, reportatges o fotografies dels fons marins, veurem que el fons del mar està cobert de praderies –que de vegades ocupen grans extensions– d'animals sèssils com esponges, coralls, gorgònies i molts d'altres. Aquests animals moltes vegades els trobem aïllats sobre roques o fins i tot en fons de sorra o fang, però la situació més habitual, si no hi ha hagut cap d'alteració, és que formin poblacions dominades per una espècie en concret, com una gorgònia, un corall o una esponja, a la qual se li ajunta una gran varietat d'espècies acompanyants, igual com succeeix

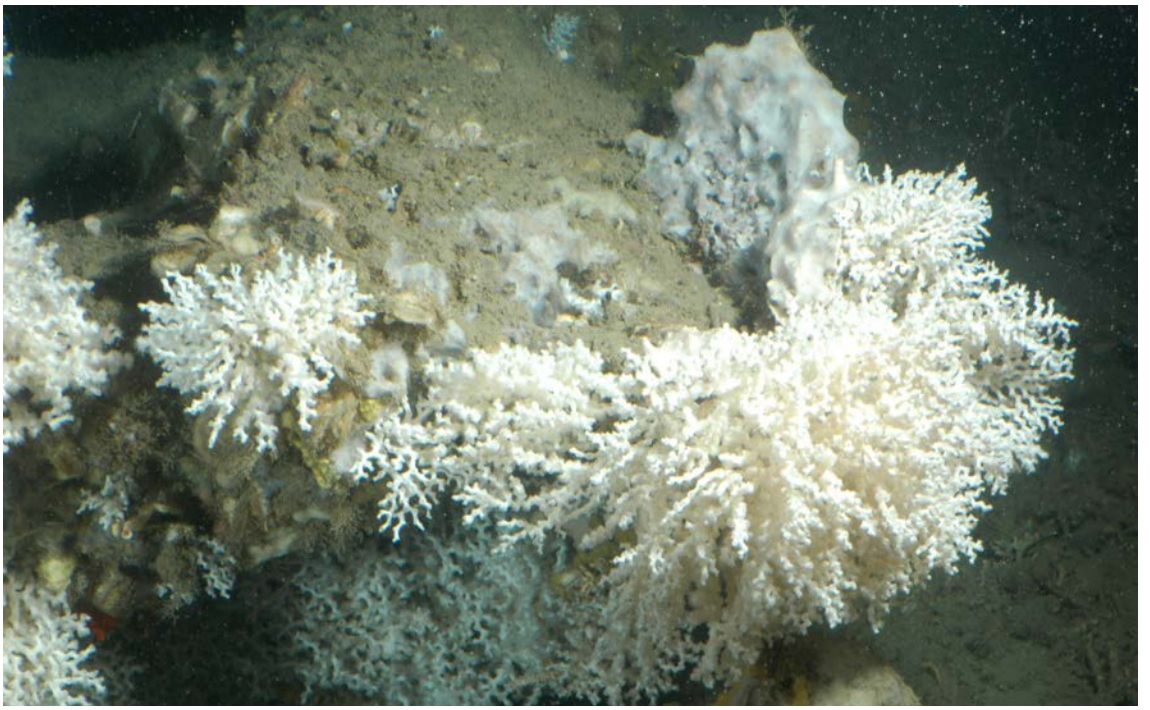


Figura 2. Boscos de coralls d'aigües fredes (*Madrepora oculata*) a la capçalera del canyó submarí del cap de Creus a uns 250 metres de fondària (Fotografia de IGM-Geomar).

en els boscos terrestres o els formats per algues o fanerògames en les zones il·luminades marines (figs. 2 i 3). Les alteracions són moltes vegades produïdes per l'efecte d'algun art de pesca que arrenca algunes de les colònies o individus, o també, de vegades, a canvis ambientals bruscos que provoquen la mortalitat parcial de la població (Rossi, 2011). La pregunta que ens fem ara és: com és possible en els oceans un tipus de vida tan àmpliament extensa i comú si es tracta d'organismes que no es mouen?; si, a més, no hi ha llum, de què viuen? La resposta està en la seva biologia: es tracta d'animals colonials que s'alimenten de les partícules i d'organismes que transporten els corrents marins: són els animals coneguts com suspensívors bentònics, que presenten una de les estratègies alimentàries més exitoses en els oceans des de fa més de 200 milions d'anys (Gili i Coma, 1995).

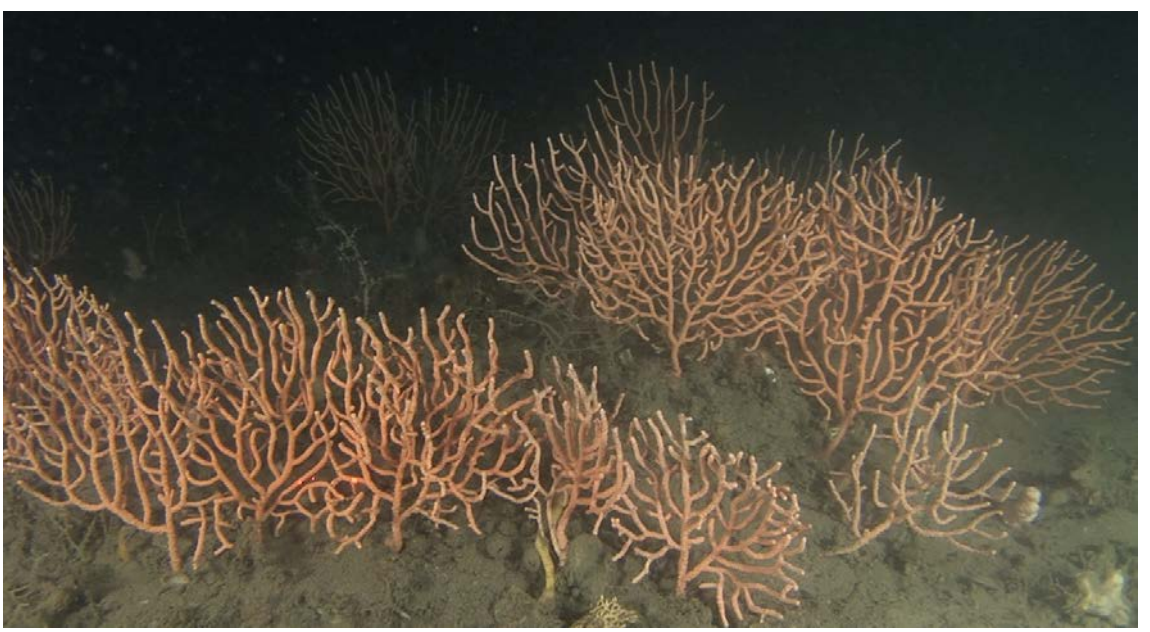


Figura 3. Boscos de gorgònies (*Eunicella* sp.) en la plataforma continental del cap de Creus a 100 metres de fondària (Fotografia de Gavin Newman).

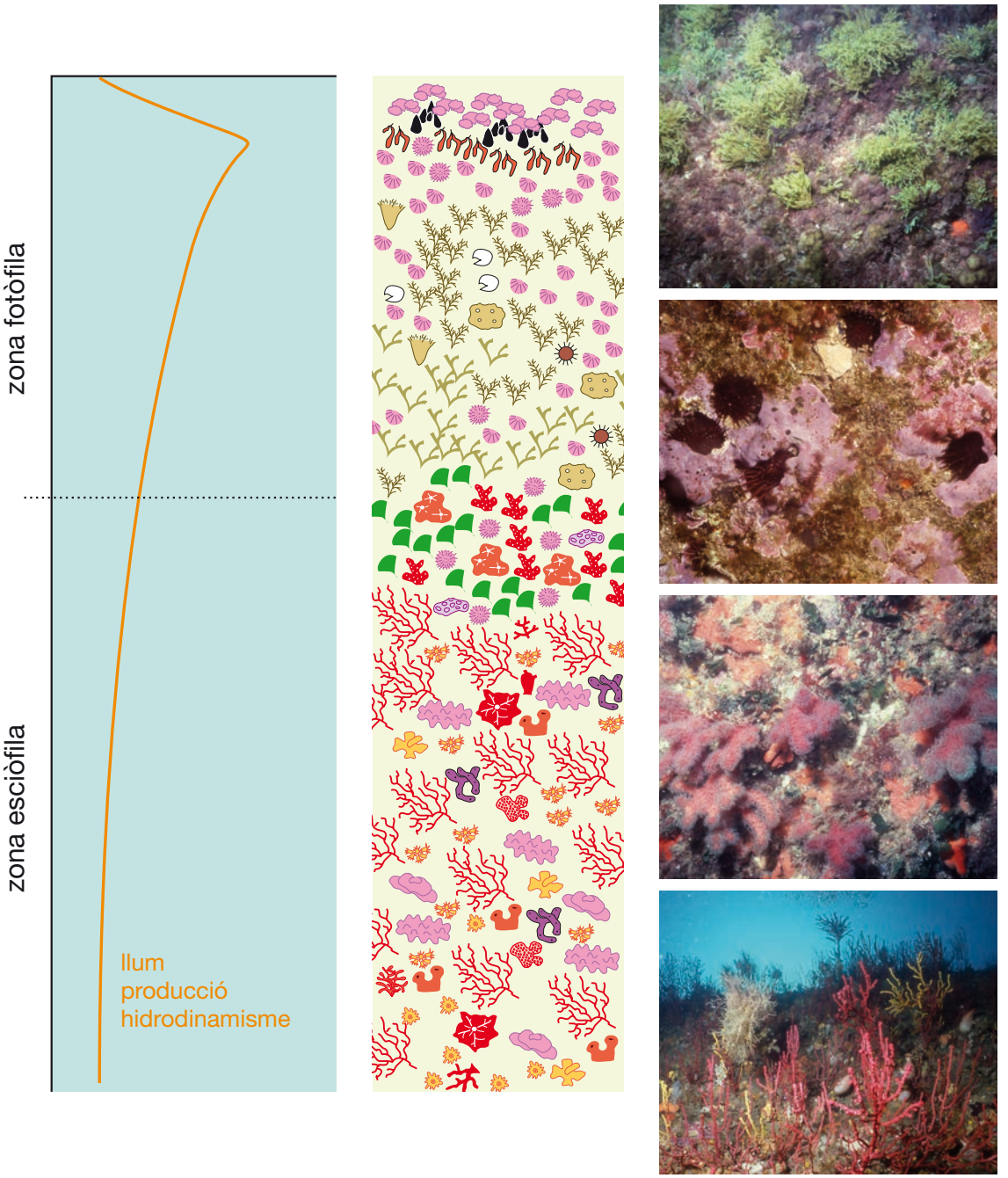


Figura 4. Esquema en què es mostra com en disminuir la intensitat lumínica des de la superfície es van canviant les comunitats de dominància vegetal per comunitats de dominància animal (Fotografies de Josep Maria Gili).

Qui i com es formen els boscos marins d'animals

L'estratègia tròfica

En els oceans, la major part de l'energia entra via la producció primària dels organismes fotosintetitzadors, que amb l'energia lumínica i els nutrients dissolts en l'aigua de mar o depositats en el fons marins donen lloc a més del 50% de la biomassa de tots els oceans (fig. 4). La major part de la producció nova la genera el fitoplàncton al qual està associada una cadena tròfica microbiana (González *et al*., 2008). El conjunt dóna lloc al fet que en la columna d'aigua hi trobem una gran quantitat de partícules vives i inerts que es podrien resumir en la següent concentració per mil·lilitre d'aigua: 10.000.000 virus, 1.000.000 bacteris, 1.000 microalgues, 10 algues grans, 1 ciliat i 0.1 crustacis.

Si ho mirem tot junt, el mar pren l'aspecte d'una sopa, que es troba en tot el volum d'aigua marina fins a 100 m de fondària en

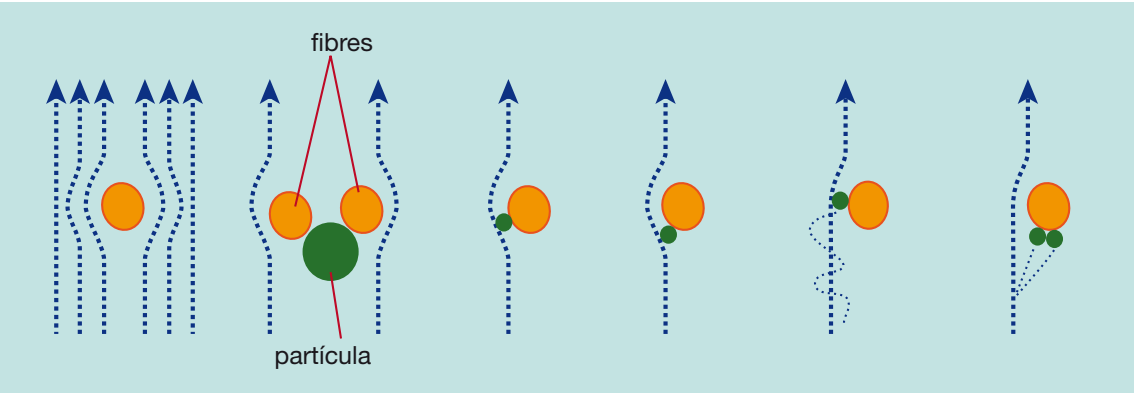


Figura 5. Representació esquemàtica de les diferents maneres que les estructures filtradores capturen partícules que transporten els corrents marins a prop del fons en el marc de la teoria de suspensívors bentònics (figura de Jordi Corbera modificada de Rubenstein i Koehl 1977).

el Mediterrani i pràcticament en tots els oceans. Aquesta "sopa de mar" està en contínua transformació i desplaçament. Per una banda, el creixement, reproducció i mort de les algues alimenta microorganismes que al mateix temps alliberen nutrients necessaris per a les algues. Per altra banda, les aigües marines estan en continu desplaçament: podríem dir que els oceans són un mar de rius (Gili, 2008). Un conjunt de factors a diferents escales fan que els corrents marins no parin mai de circular (Tomczak i Godfrey, 2003). La rotació de la Terra, els vents que empenyen les masses d'aigua superficials, o l'escalfament del Sol que fa que les aigües superficials siguin més càlides que les més profundes, entre d'altres, són factors que mouen la màquina hidrodinàmica dels oceans.

El conjunt dels dos fets esmentats, una massa d'aigua carregada de partícules i en moviment continuat ens porta a plantejar que l'estratègia d'alimentació més eficaç i menys costosa en els oceans és la que farà que es capturi amb menys esforç aquesta font inesgotable d'aliment. Els organismes que s'alimenten així s'anomenen "suspensívors" i aquesta ha estat l'estratègia més comuna en els oceans des de fa més de 500 milions d'anys (Prothero i Dott, 2004). Grups d'animals com les esponges, coralls, molts molluscs bivalves, poliquets, briozous, ascidis, etc., són representants d'aquesta estratègia. Per reduir el cost de la captura de partícules al màxim, aquests organismes són sèssils. Tots aquests organismes es poden agrupar en dos grans categories tròfiques: els suspensívors passius i els actius. Els primers tan sols situen les seves estructures corporals o morfològiques com són, per exemple, les colònies de coralls, gorgònies, poliquets, etc., en una posició preferent sobre el substrat de manera que els corrents carregats de partícules passin per aquestes estructures que actuen com a xarxes, tot atrapant partícules i els organismes suspesos en l'aigua. Es podria dir que qualsevol lloc on hi hagi un corrent que passi a prop del substrat i aquest substrat sigui mínimament estable –com són els fons de roca– és un hàbitat potencial on poden créixer grans concentracions de suspensívors sèssils. En el context general de la teoria de suspensívors (Rubenstein i Koehl, 1977) (fig. 5) són conegudes diferents estratègies per atrapar, capturar o atreure les partícules suspeses en la massa d'aigua. Ho fan per simple contacte amb una estructura morfològica, com pot ser el tentacle d'un pòlip de corall, per atracció inercial en disminuir la velocitat del corrent en contactar amb les colònies, per exemple, de gorgònies –on la partícula guanya pes i precipita cap al fons–; també són atrapades les partícules aprofitant que passen més de les que es poden mantenir suspeses, etc. En la segona categoria, els suspensívors actius, s'hi troben organismes com esponges, molluscs bivalves o ascidis que a més dels mecanismes propis dels passius tenen estructures morfològiques ciliades o flagel·lades que creen corrents propis que els serveixen per aspirar les partícules activament de la massa d'aigua. En aquest cas s'ha vist que el màxim del cost energètic de la demanda diària en energia en aquests organismes és inferior al 5% (Sebens, 1987).

En general, els suspensívors són molt eficients quant a individus o colònies per captar les partícules alimentàries, però el seu èxit ecològic és sobretot de població o de comunitat. Si bé un individu o una colònia poden captar les partícules tan sols oposant-se al corrent dominant, l'eficiència de captura s'incrementa exponencialment quan s'agrupen en poblacions denses tot formant una estructura de bosc. La principal explicació de per què és necessari conformar una estructura espacial agregada és perquè els corrents marins no són sempre constants, sinó que la seva intensitat i velocitat canvien al llarg dels dies o de les setmanes i entre estacions de l'any. Per a què es desenvolupi una població de suspensívors cal un

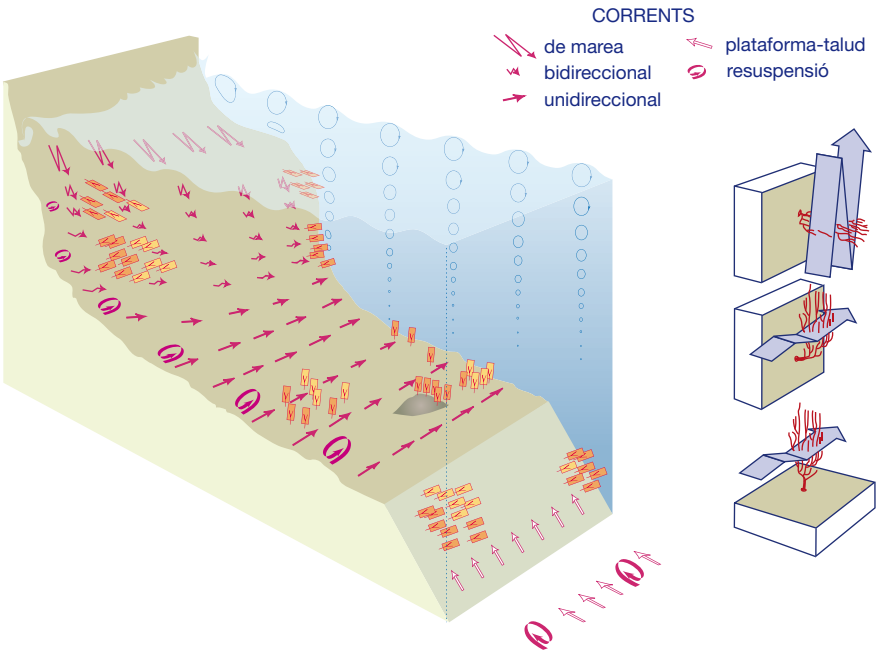


Figura 6. Esquema en què es mostren els indrets més favorables per al desenvolupament de boscos animals segons la intensitat del corrent tant a la zona costanera com al final de la plataforma (dibuix de Jordi Corbera modificat de Riedl 1966).

corrent mínim al voltant de 5 cm s^{-1} en el Mediterrani, però aquesta velocitat pot oscil·lar fins a més de 20 a 50 cm s^{-1} (Gili i Coma, 1988) (fig. 6). Si la velocitat és molt alta, les colònies de la perifèria de la població tindran dificultats per capturar partícules, però aquestes colònies alhora faran que el corrent disminueixi en velocitat cap a l'interior de la població, afavorint que les colònies d'una segona o tercera fila puguin capturar bé les partícules malgrat la velocitat alta del corrent (McFadden, 1986) (fig. 7). En el cas contrari, a velocitats baixes seran les colònies de la perifèria les que capturaran les partícules amb més facilitat, donant lloc a una estructura poblacional eficaç. La densitat de la població anirà acompanyada del fet que els corrents siguin més o menys constants i de la càrrega de partícules alimentàries per a poder sostenir la demanda de tota la població. Però, allò que sí és un fet demostrat és que els suspensívors desenvolupen una estructura poblacional com la que trobem en un bosc per poder aprofitar al màxim les partícules de què s'alimenten i solventen, així, el problema del règim estocàstic dels corrents marins.

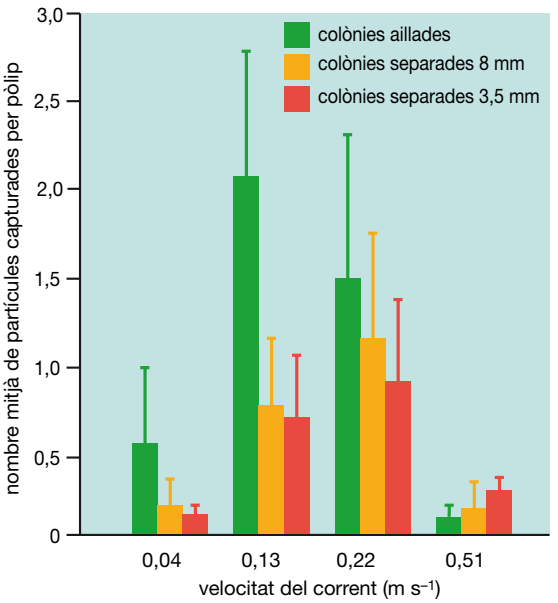


Figura 7. Gràfic on es mostren les diferents taxes de captura de preses en una població d'un alcionari segons la velocitat del corrent i del grau d'agregació de les colònies de la població (dibuix de Jordi Corbera modificat de McFadden 1986).

Arribat en aquest punt podríem avançar cap al fet que si més no, l'estructura de bosc d'una població animal afavoreix l'eficiència en l'obtenció d'aliment i també pot afavorir el desenvolupament de comunitats en les quals les poblacions de diferents espècies coexisteixin i, si l'aliment és suficient, fins i tot puguin afavorir-se mútuament. Així, per exemple, un bosc de gorgònies sempre va acompanyat d'una varietat d'organismes suspensívors que viuen i s'amunteguen al voltant de les seves colònies tot aprofitant l'efecte de ralentització del corrent de les colònies de les gorgònies, que fan que les partícules transportades vagin més lentes i per tant precipitin, essent així accessibles a molts d'altres organismes, siguin suspensívors o no. Aquests boscos fan d'autèntiques trampes i embornals de partícules, i afavoreixen una alta concentració d'organismes i una alta diversitat biològica (Witman i Dayton, 2001). Un

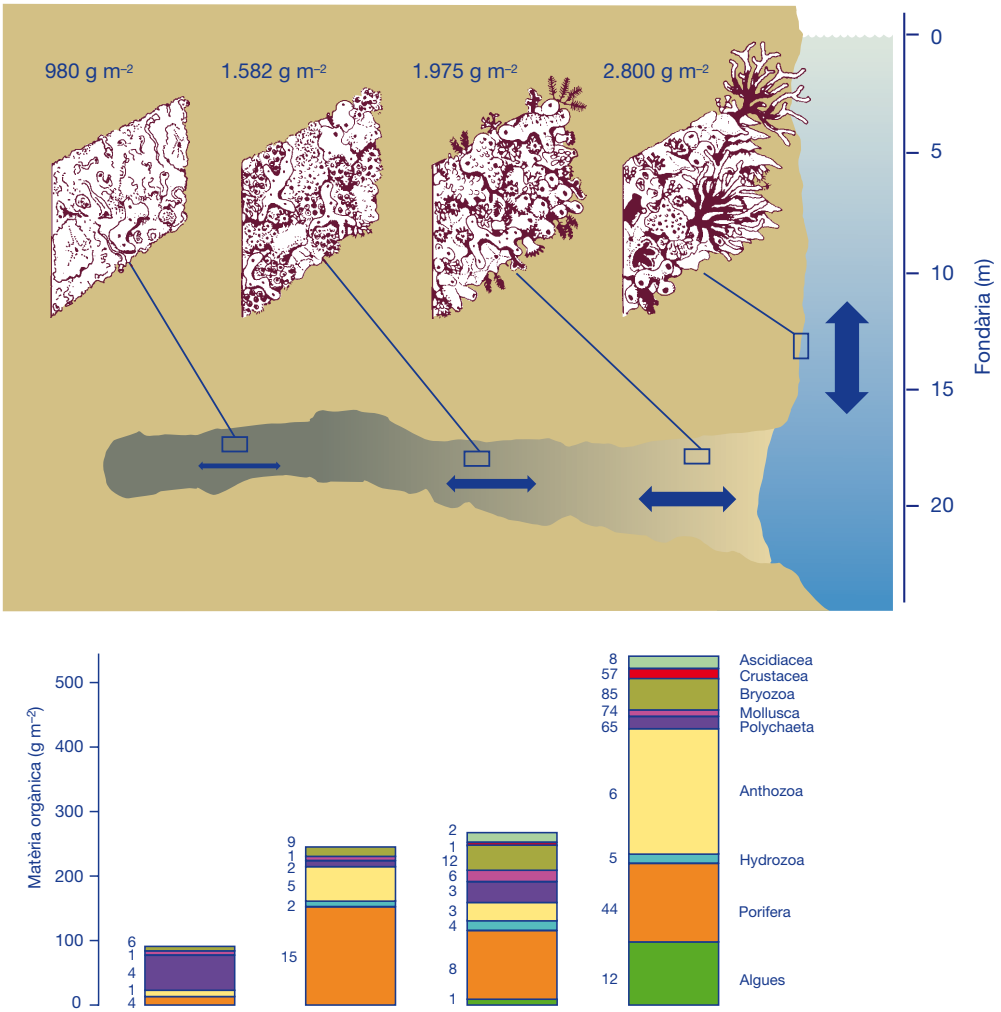


Figura 8. Representació del canvi de les comunitats de suspensívors al llarg d'un gradient d'intensitat del corrent des de fora a l'interior d'una cova submarina (dibuix de Jordi Corbera modificat de Gili i Coma 1998).

exemple d'aquesta aproximació de comunitats el podem veure si des de l'exterior d'una cova submarina –on en la paret vertical s'hi desenvolupa una comunitat molt heterogènia i diversa com és un bosc coral·ligen de gorgònies– ens anem endinsant cap al seu interior. Allà, a causa de la disminució del corrent i, per tant, amb una menor concentració de partícules suspeses, les comunitats dominades per suspensívors disminueixen en densitat i en diversitat (Gili i Coma, 1988) (fig. 8).

L'estratègia reproductora

Les espècies de suspensívors que conformen els boscos marins son dioiques, tenen sexes separats. Aquest fet generalitzat els representa un problema en el moment de la reproducció ja que són organismes sèssils. Solventen aquest problema tot aprofitant el mateix mecanisme que els permet alimentar-se sense moure's: els corrents marins. En el moment de la reproducció, les colònies d'individus mascle i femella sincronitzen l'alliberament dels gàmetes per garantir que gràcies als corrents els gàmetes dels dos sexes es puguin trobar en la massa d'aigua (Giese *et al*., 1987). En molts casos la fecundació es dóna en l'interior dels individus femella –fecundació interna–, on arriba l'esperma dels mascles com si fos una presa més, arrossegat pels corrents. En altres casos, la fecundació es produeix a la superfície de les colònies femenines gràcies al fet que aquestes emeten una mucositat que enganxa l'esperma i l'atrau cap als òvuls també localitzats a la superfície de la colònia. Però per a què la fecundació tingui un mínim percentatge d'èxit és clar que les colònies de tots dos sexes no han d'estar gaire separades en l'espai. D'aquesta manera s'ha demostrat que la taxa de fecundació en una població de gorgònies baixa molt si les colònies dels dos sexes estan separades o la velocitat del corrent que transporta els gàmetes és elevada (Coma i Lasker, 1997). També és clau el moment en què els progenitors dels dos sexes alliberen els gàmetes: la sincronitza-

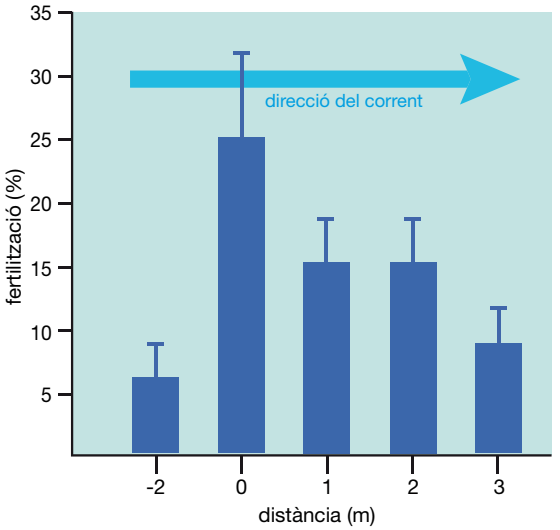


Figura 9. Canvi del percentatge de fertilització en colònies d'una població de gorgònies des de la posició 0 on es troben els progenitors a diferents distàncies cada vegada més allunyades (dibuix de Jordi Corbera modificat de Coma i Lasker 1997).

ció ha de ser màxima i per a què així sigui hi ha d'haver comunicació entre les colònies, comunicació que es fa mitjançant substàncies químiques (Richmond, 1997). És doncs necessària una certa proximitat entre colònies per reduir la dilució d'aquestes substàncies.

Els processos que intervenen en la formació dels boscos d'animals sèssils encara són força desconeguts. El que sí queda clar és que han d'estar prou junts per garantir una millor alimentació i procurar una taxa de fecundació mínima que permeti la supervivència de la població. Per aconseguir-ho, s'ha observat que la taxa de supervivència de nous elements de la població, ja siguin individus o colònies, és més alta si una vegada l'ou fecundat es transforma en larva, i aquesta s'assenta ben a prop

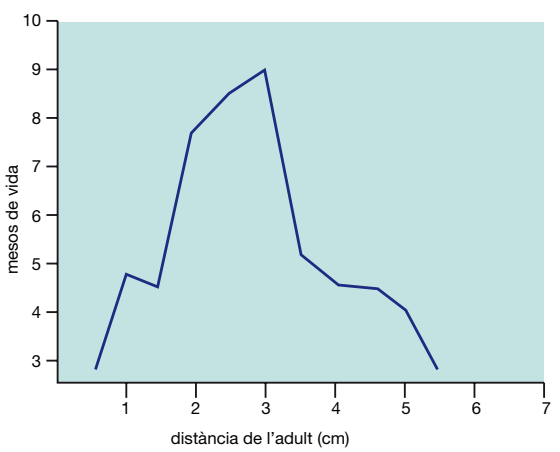


Figura 10. Representació de la taxa de supervivència de les larves d'una població d'un alcionari des de la perifèria de la població (dibuix de Jordi Corbera modificat de Sebens 1983).

de les colònies o individus parentals. Així, per exemple, es pot veure com les colònies d'alcionaris, sobreviuen molt més si la larva es transforma en una nova colònia a poca distància de la resta de colònies que formen la població (Sebens, 1983) (fig. 10). Es pot veure molt sovint en boscos d'aquests animals com els nous reclutes, en forma de colònies joves, creixen i sobreviuen en clarianes enmig de les colònies parentals o en la perifèria de la població, fet que es pot observar també molt bé en els boscos terrestres. Les poblacions d'aquests animals sèssils creixen mitjançant nous individus que es desenvolupen al límit de la població, igual com ocorre en els boscos terrestres.

El paper ecològic dels boscos d'animals

De la mateixa manera com ocorre amb els boscos de plantes i algues marines abans esmentats, els boscos d'animals són el refugi, l'amagatall i el lloc ideal per alimentar-se de moltes espècies (Baillon *et al*., 2012) (fig. 11). Sobretot són essencials per a què les fases larvàries de molts grups d'animals que els humans extraiem del mar –com peixos, molluscs i crustacis– trobin refugi i aliment. Moltes espècies de peixos, igual com ho fan en les praderies de posidònia, busquen els boscos de coralls o gorgònies de fondària per fer la posta dels seus ous i per a què així, quan els ous eclosionin i en surtin les larves, aquestes trobin refugi i aliment. Molts boscos d'animals són avui dia considerats com les "llars d'infants" del mar i a causa d'aquest fet concentren una gran quantitat d'espècies; unes hi resideixen, altres són visitants temporals que només hi fan la posta, i altres hi cerquen aliment o fins i tot protecció. L'elevada activitat animal que s'observa en aquests boscos dóna lloc al fet que els processos de transformació de la matèria orgànica incrementin en aquestes comunitats i que siguin nuclis essencials per la producció biològica dels oceans.

Tots els avantatges dels boscos marins s'han transformat en risc d'extinció

El fet que els boscos del mar, especialment els boscos formats per animals, siguin llocs de concentració de vida, concentració entesa com diversitat biològica permanent gràcies a les espècies sèssils, a les espècies que hi troben refugi, i a les que els visiten habitualment, els ha fet indrets d'elevat interès per als pescadors. Des de fa més de dues centúries, els boscos del mar són coneguts pels pescadors com bancs de pesca on troben moltes possibilitats de fer bones captures. Fa bastants anys, els arts de pesca i la potència de les embarcacions no podien penetrar ni malmetre els boscos de fondària. Els peixos es pescaven

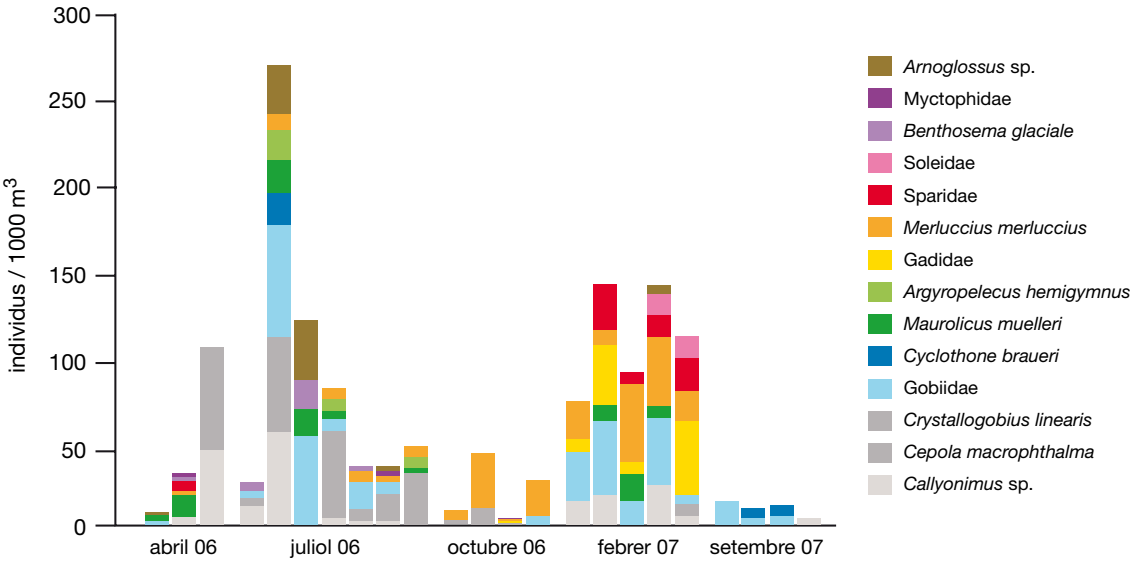


Figura 11. Larves de les diferents espècies de peixos que s'han recollit associades als boscos de coralls d'aigües fredes de la capçalera del canyó submarí del cap de Creus a 250 m de fondària (dades d'Ana Sabatés del ICM-CSIC i Gili *et al.*, 2011).

quan transitaven per sobre dels boscos o mitjançant arts com els palangres, que agafaven peixos grans i poques vegades arrencaven els animals del fons. En les darreres dècades, els actuals arts de pesca i l'increment de la potència de les embarcacions ha permès no només entrar als boscos per a agafar-ne tots els peixos, sinó que també ha fet possible "segar" o destruir els boscos per agafar-ne tots els animals que hi viuen (Thrush i Dayton 2002). A més, el fet que aquests boscos es trobin a fondàries superiors als 100 metres i en indrets de vegades allunyats de la zona costanera, n'ha permès fer una destrucció extensiva amb total impunitat (figs. 12 i 13). Els boscos d'animals talats no es veuen, com sí que es poden veure, per exemple, els de faneròga-mes (com els alguers) a prop de la costa i a menors fondàries. El gran problema d'aquesta activitat extractiva és que destrueix uns hàbitats essencials per a la vida dels oceans i també per a moltes espècies d'interès comercial. Hàbitats que tarden molts anys, centúries, en formar-se o regenerar-se i dels quals tan sols estem a les beceroles de conèixer la real rellevància. A mena de comparació podríem dir que l'acció de la pesca de ròssec sobre els boscos del mar, especialment aquells formats per animals, seria comparable a l'efecte de talar els boscos terrestres per a capturar-ne tots els ocells o vertebrats que hi viuen. Un fet que se'ns fa impossible d'imaginar, encara que la desforestació de zones com les selves tropicals s'està duent a terme quasi amb

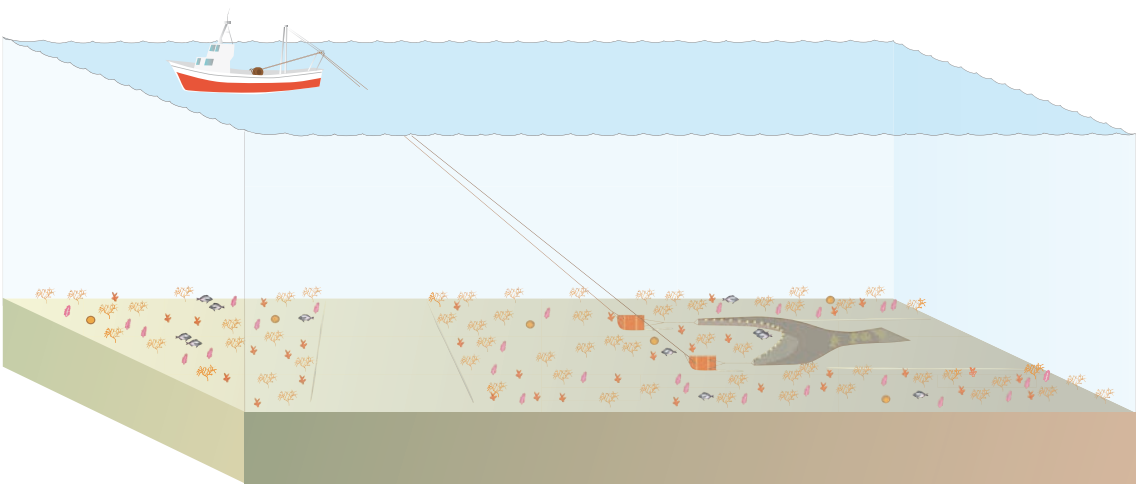


Figura 12. Esquema de com treballa un arrossegador sobre el fons marí "talant" els boscos animals (dibuix de Jordi Corbera).

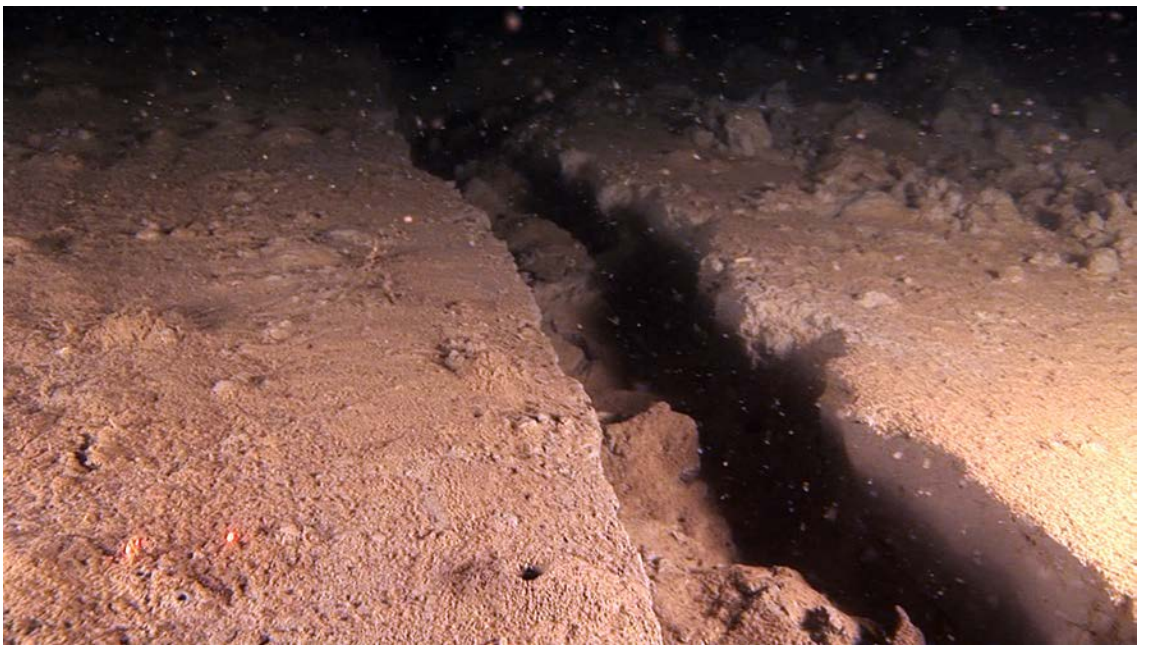


Figura 13. Efectes de la pesca d'arrossegament sobre el fons marí (fotografia de Gavin Newman)

total impunitat; en els oceans, aquesta tala massiva la permetem molt possiblement per ignorància, perquè massa sovint es desconeix l'existència i importància d'aquests boscos. Els darrers avenços tecnològics per estudiar els oceans han propiciat una situació positiva en aquest sentit. L'ús de la imatge com una eina essencial del treball científic, l'ús de les prospeccions amb robots i submarins equipats amb càmeres de vídeo i fotografia, ens permet emprar aquesta tecnologia també com a eina de denúncia. Ara ja podem no només estudiar àmplies zones del fons del mar, sinó a més mostrar-les a tothom: podem denunciar la desforestació dels fons marins i amb una mica de sort intentar revertir aquest procés de destrucció massiva dels boscos del mar.

Bibliografia

Allaby, M. (2009). *Oceans: a scientific history of oceans and marine life*. Facts on File, New York.

Baillon, S., Hamel, J.-F., Wareham, V.E., Mercier, A. (2012). Deep cold-water corals as nurseries for fish larvae. *Frontiers in Ecology and Environment*, 10: 351-356.

Coma, R. i Lasker, H.R. (1997) Small-scale heterogeneity of fertilization success in a broadcast spawning octocoral. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 214: 107-120.

Connor, J. i Baxter, C. (1989). *Kelp Forest*. Monterrey Bay Aquarium Natural History Series, Monterey.

Giese, A.C., Pearse, J.S. i Pearse, V.B. (1987). *Reproduction of marine invertebrates. Vol IX General Aspects: Seeking Unity in Diversity*. Blackwell Scientific Publications, Palo Alto, Calfornia.

Gili, J.M. (2009). Descobrir la biodiversitat del planeta: una aventura sense límits per a la humanitat. *In*: Uribe, F. (ed.), *Exploradors: Aventura i biodiversitat*, pp. 29-42. Museu de Ciències Naturals de Barcelona, Bosch Editor, Barcelona.

Gili, J.M. (2008). Océanos, un mar de ríos. *Revista Aguasmestas* (Asturias), 2: 12-24

Gili, J.M. i R. Coma (1998). Benthic suspension feeders: their paramount role in littoral marine food webs. *Trends in Ecology and Evolution*, 13: 316-321.

Gili, J.M., Madurell, T., Requena, S., Orejas, C., Gori, A., Purroy, A., Domínguez, C., Lo Iacono, C., Isla, E., Lozoya, J.P., Carboneras, C. i Grinyó, J. (2011). *Caracterización física y ecológica del área marina del Cap de Creus*. Informe final área LIFE+INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732). Instituto de Ciencias del Mar/CSIC (Barcelona). Coordinación: Fundación Biodiversidad, Madrid, 272 pp.

González, J.M., Pedrós-Alió, C. i Gasol, J.M. (2008) Plactón bacteriano de los océanos. *Investigación y Ciencia*, 387: 76-84.

Linklater, E. (1982) *El viaje del Challenger (1872-1876)*. Edicions del Serbal, Barcelona.

McFadden, C.S. (1986). Colony fission increases particle capture rates of a soft coral: Advantages of being a small colony. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 103: 1-20.

Prothero, D.R. i Dott Jr., R.H. (2004). *Evolution of the Earth* (7th ed.), McGraw-Hill, New York.

Richmond, R.H. (1997). Reproduction and

recruitment in corals: critical links in the persistence of reefs, *In*: Birkeland, C. (ed.), *Life and death of coral reefs*, pp. 175-197. Chapman & Hall, Kewalo, Hawaii.
Riedl, R. (1966) *Biologie der Meereshöhlen*. Paul Parey, Hamburg.
Romero, J. (2004). *Posidònia: els prats del fons del mar. La mirada del biòleg a un ecosistema mediterrani*. Col·lecció Norai 9, Ajuntament de Badalona.
Ros, J. (2001). *Vora al mar broix*. Problemàtica ambiental del litoral mediterrani. Empúries, Barcelona.
Ros, J.D., Romero, J., Ballesteros, E. i Gili, J.M. (1985). Diving in Blue Water. The Benthos. *In*: R. Margalef (ed.), *The Western Mediterranean,* pp. 233-295. Pergamon Press, Oxford.
Rossi, S. (2011). *El Planeta azul. Un universo en extinction*. Ed. Debate, Barcelona.
Rubenstein, D.I. i Koehl, M.A.R. (1977). The mechanisms of filter feeding: some theoretical considerations, *American Naturalist,* 111: 981-984.
Sebens, K.P. (1983) The larval and juvenile ecology of the temperate octocoral *Alcyonium siderium* Verrill. II. Fecundity, survival, and juvenile growth. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 72: 263-285.
Sebens, K.P. (1987). Coelenterate energetics. *In*: Vernberg, F.J. i Pandian, T.J. (eds.), *Animal Energetics*, pp 55-120. Academic Press, New York.
Thrush, S.F. i Dayton, P.K. (2002). Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: Implications for marine biodiversity. *Annual Review in Ecology and Systematics*, 33: 449-473
Tomczak, M. i Godfrey, J.S. (2003). *Regional oceanography: an introduction*. Daya Publishing House, Delhi.
Witman, J.D. i Dayton, P.K. (2001). Rocky subtidal communities. *In*: Bertness, M.D., Gaines, S.D. i Day, M.E. (eds.), *Marine Community Ecology*, pp. 339-366. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.