

# BIODIVERSITAT MARINA MEDITERRÀNIA

Josep Maria Gili  
Institut de Ciències del Mar (CSIC)  
Barcelona

## El Mediterrani un mar singular

Malgrat les seves reduïdes dimensions, actualment el mar Mediterrani és una regió marina que connecta amb tres continents. A més d'estar envoltat de terra per quasi tot arreu el seu emplaçament geogràfic, en la zona temperada de l'hemisferi nord, li confereix unes característiques climàtiques molt singulars. Això ha fet que molts oceanògrafs el considerin un model d'oceà en miniatura (Margalef, 1985). Contràriament a aquestes singularitats quan es parla del Mediterrani la majoria de vegades es fa referència quasi exclusivament als ecosistemes terrestres (Blondel i Aronson, 1999).

El mar Mediterrani ocupa una àrea d'uns 2.500 km<sup>2</sup> amb una amplada màxima de 800 km i una llargada de 3.800 km. No és un mar poc profund ja que la fondària mitjana és de

1.500 m i la fondària màxima es troba a la fossa hel·lènica amb 5.121 m. És un mar relativament salat amb una salinitat que oscil·la entre 36,2 i 39,1, és més alta al sector oriental i més baixa a la zona d'intercanvi amb l'Atlàntic, al mar d'Alborán. La temperatura de l'aigua varia en el mateix sentit, la mínima és d'uns 12°C i la màxima de 25,5°C a la superfície. A mesura que es baixa cap al fons, la variació de la temperatura disminueix i es troben valors d'entre 13 i 16°C a 100 m, de 14°C a 500 m i de 13°C mes enllà dels 1.000 m de fondària. El mar Mediterrani té uns 3,7 milions de km<sup>3</sup> d'aigua. El balanç d'aquesta massa d'aigua és el que condiciona fonamentalment el clima de la regió mediterrània i la màquina hidrodinàmica que governa un sistema de corrents molt peculiar amb fortes implicacions sobre la biota (conjunt d'organismes vius) local (Fig. 1). La situació actual del mar

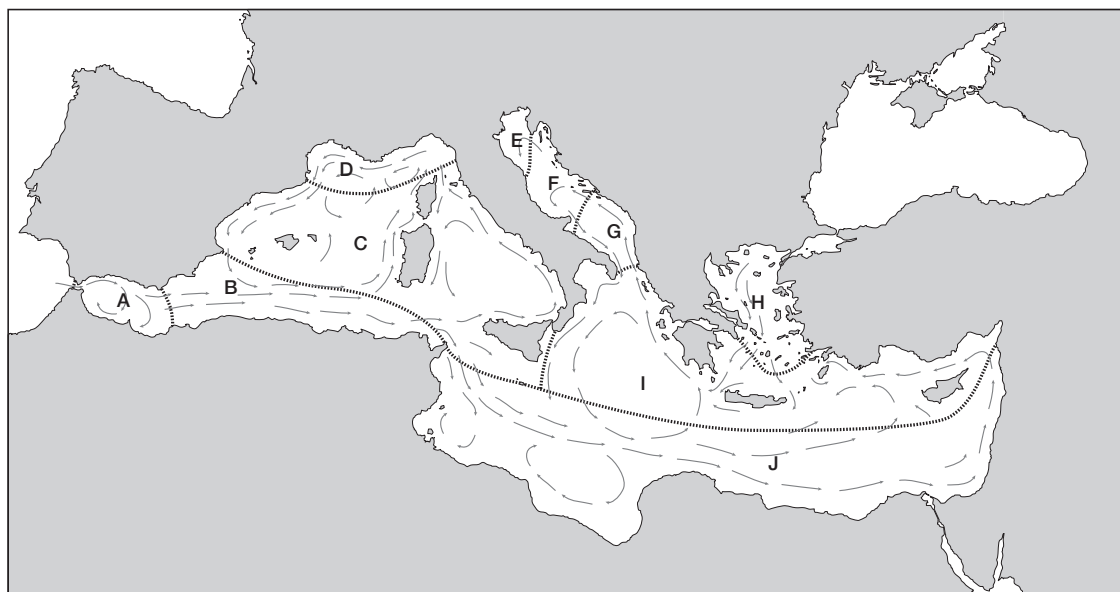


Figura 1. Mapa del mar Mediterrani on es dibuixen els corrents predominants i les àrees geogràfiques més importants: A, mar d'Alborán; B, Argèlia i sud d'Espanya; C, mar Balear i mar Tirrè; D, golf de Lleó i mar Lìgur; E, Adriàtic nord; F, Adriàtic central; G, Adriàtic sud; H, mar Egeu nord; I, mar Jònic i sud del mar Egeu; J, golf de Gabès i mar de Llevant.



Mediterrani data de fa uns 65 milions d'anys i la darrera vegada que es va obrir l'estret de Gibraltar va ser ara fa 5 milions d'anys. Des d'aquest moment les pèrdues per evaporació, xifrades en uns 3.300 km<sup>3</sup> per any es veuen compensades parcialment pels aportaments d'aigua des de l'oceà Atlàntic que són d'uns 1.900 km<sup>3</sup> per any. A més, les pluges aporten uns 880 km<sup>3</sup> per any i les aigües continentals llencen al mar poc més de 500 km<sup>3</sup> per any. Totes aquestes característiques confereixen al mar Mediterrani unes característiques que es podrien resumir en una alta heterogeneïtat espacial i temporal. Aquestes heterogeneïtats

es veuen reflectides en un trencaclosques ambiental que fa que cada mar, golf o regió tingui les seves peculiaritats. Així, mars com l'Adriàtic, el d'Alborán, l'Egeu, el Lìgur, etc., tenen un règim de corrents propis, en gran part influenciats per la topografia del fons, que condicionen els processos biològics de manera diferenciada en cada lloc. Aquesta heterogeneïtat general en el marc físic és una de les principals raons que han portat a explicar les pautes de diversitat en el mar Mediterrani. Per exemple, les faunes dels dos vessants, occidental i oriental comportant un component diferencial tant d'endemisme com de fauna

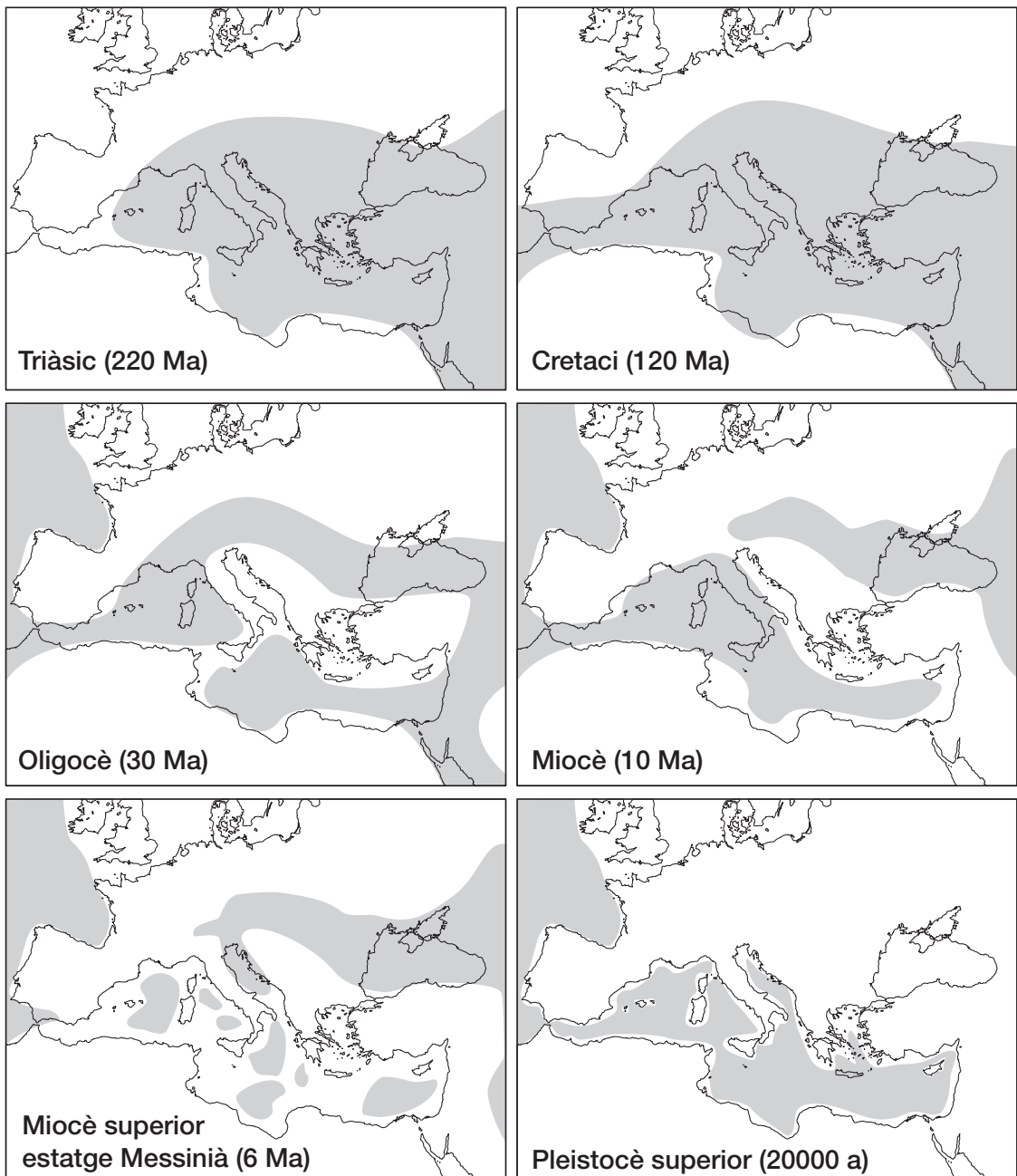


Figura 2. Fases més importants en l'evolució geològica del mar Mediterrani (dibuixat de diversos autors).



pròpia a causa en gran part a la dificultat de moltes espècies de superar la barrera natural que representa l'estret de Messina. També, les característiques de l'aigua de mar, com és la temperatura (més alta de mitjana en el Mediterrani oriental), fa que espècies introduïdes en els darrers segles en cada un dels dos vessants es trobin només en un d'ells com són, per exemple, les espècies que han entrat des del mar Roig.

### El Mediterrani: una història recent?

La història del que avui en dia és el mar Mediterrani està formada per una llarga llista d'esdeveniments geològics i climàtics que van començar a dibuixar un final durant el triàsic quan es va formar el mar de Tethys del qual forma part la superfície actual del mar Mediterrani (Fig. 2). Aquest mar separava els continents de Gondwana i Lauràsia que es van fragmentar de la Pangea. Inicialment el Tethys estava connectat als oceans Atlàntic i Pacífic però durant el miocè el sector oriental es va tancar i va quedar tan sols la comunicació amb l'Atlàntic. Fa uns 6 milions d'anys la connexió amb l'Atlàntic també es va tancar i va començar el període conegut com la crisi-messiniana, època en què quasi es va evaporar tot el mar Mediterrani. Tan sols algunes zones més profundes es van quedar amb aigua, però amb una salinitat i una temperatura molt altes (Maldonado, 1985). Un milió d'anys després, ara fa 5 Ma, es va tornar a obrir l'estret de Gibraltar i es va recuperar el nivell de l'aigua que té en l'actualitat. Durant la crisi messiniana es van produir una gran part d'extincions a escala local. Les espècies que encara van quedar junt amb la forta introducció de les espècies provinents de l'Atlàntic han marcat la fauna i flora marina actual del mar Mediterrani. Després de l'obertura de l'estret de Gibraltar, el mar Mediterrani esdevingué una província atlàntica però l'alternança de períodes interglacials més càlids amb períodes glacials freds al llarg del quaternari va comportar una continuada i alternada sèrie d'invasions d'espècies d'origen boreal o subtropical (Briggs, 1974).

Les espècies que avui en dia es consideren encara relictos del Tethys van sobreviure en condicions ambientals límit o en llocs considerats com refugis (Pérès, 1985). L'extinció va ser especialment important per a la fauna que habitava els fons profunds, els quals es van recolonitzar per espècies provinents de l'Atlàntic (Bouchet i Taviani, 1992), en canvi una part d'espècies d'aigües superficials sembla que cada dia es troben més evidències de la seva supervivència al llarg del Neoge (Stanley, 1990). Un exemple molt interessant d'espècies relictos es la fanerògama marina *Posidonia oceanica*. Espècies d'a-

quest gènere tan sols es troben en les costes del sud d' Austràlia en una zona marina que formava part del sector oriental de l'antic Tethys. Durant els darrers anys hi ha hagut molta discussió sobre el dramatisme de les extincions produïdes durant la crisi messiniana, però ja que es poden encara trobar espècies desconegudes relictos del Tethys això fa pensar que potser no va ser-ho tant, i que altres fenòmens actuals com l'obertura del Canal de Suez el 1869 han introduït canvis molt importants en l'equilibri biològic del mar Mediterrani (Por, 1989). Avui en dia, les dues obertures tant a l'Atlàntic (estret de Gibraltar) com al mar Roig (canal de Suez) són les principals vies de penetració de noves espècies que en el cas d'arrelar-se poden influir en el delicat equilibri ecològic del mar Mediterrani. De tota aquesta complexa història es pot concloure que la riquesa actual d'espècies es deu a un llarg procés evolutiu durant el terciari i al que va ser l'explosió d'espècies després del pliocè amb l'entrada d'aigües atlàntiques.

### La riquesa específica de la Mediterrània

Durant els darrers anys diferents autors han intentat estimar el nombre total d'espècies marines a la Mediterrània. Un dels esforços més notoris ha estat el "Data-bank Medifaune" dut a terme per investigadors del Principat de Mònaco (Fredj et al., 1992). Aquesta recopilació és especialment bona per a invertebrats bentònics. Altres obres col·lectives han permès completar aquesta base de dades amb aportació d'informació sobre vertebrats, algues i altres invertebrats (Fisher et al., 1987; Ribera et al., 1992; entre altres). Però l'estima més actual és la de Bianchi i Morri (2000) en la qual xifren el nombre d'espècies marines a la Mediterrània en 8.500 (Taula 1). Si es compara aquesta xifra amb estimes de la fauna mundial (Wilson, 1988; Reaka-Kudla et al., 1992), el mar Mediterrani té entre el 4% i el 18% de totes les espècies conegudes amb una gran variabilitat d'un grup a un altre. Aquest nombre és especialment remarcable si es té en compte que la superfície del mar Mediterrani és tan sols el 0,82% de la superfície total del oceans al món. Un dels principals components de la fauna i flora mediterrània és l'elevat nombre d'endemismes que, de mitjana, és un quart de tota la fauna (Tortonese, 1985; Giaccone, 1999).

Quines poden ser les explicacions d'aquest elevat nombre d'espècies a la Mediterrània, ha estat un dels al·licients de molts investigadors al llarg del darrer segle. Una possible raó és que el mar Mediterrani ha estat una de les regions més estudiades en tot el món. Molts autors esmenten els inicis del coneixement de la biodiversitat en el Mediterrani a un dels primers grans naturalis-



Taula 1. Nombre d'espècies d'organismes macroscòpics en tot el món i en el Mediterrani.

Taxa	tot el món	Mediterrani	Medit/món %
Algues vermelles	5.250	867	16,5
Algues brunes	1.500	265	17,7
Algues verdes	1.200	214	10,0
Fanerògames	50	5	10,0
<b>Total plantes</b>	<b>8.000</b>	<b>1.351</b>	<b>16,9</b>
Espoges	5.500	600	10,9
Cnidaris	11.000	450	4,1
Briozous	5.000	500	10,0
Anèl·lids	8.000	777	9,7
Mol·luscs	32.000	1.376	4,3
Artròpodes	33.600	1.935	5,8
Equinoderms	6.500	143	2,2
Tunicats	1.350	244	18,1
Altres invertebrats	13.550	550	4,1
<b>Total invertebrats</b>	<b>116.500</b>	<b>6.575</b>	<b>5,6</b>
Peixos cartilaginosa	850	81	9,5
Peixos ossis	11.500	532	4,1
Rèptils	58	5	8,6
Mamífers	114	21	18,6
<b>Total vertebrats</b>	<b>12.522</b>	<b>639</b>	<b>5,1</b>
<b>Total</b>	<b>137.000</b>	<b>8.565</b>	<b>6,3</b>

tes, Aristòtil (Briggs, 1974). El que sí és veritat és la intensitat i continuïtat dels estudis sobre la fauna i flora marina mediterrània duts a terme des del Renaixement i que es va veure reflectit en el naixement d'una de les més antigues institucions dedicades als estudis de biologia marina en el món, la *Stazione Zoologica di Napoli* (Riedl, 1980). Però, també hi ha altres importants raons per explicar la riquesa biològica del mar Mediterrani. El que per alguns autors ha estat considerada la turmentada història geològica d'aquest mar (Ruffel, 1997), que ha donat lloc a un seguit de canvis ambientals de gran envergadura i per tant a la successió en l'aparició i desaparició de faunes i flores locals, té pocs exemples similars arreu del món. Una altra raó, per exemple, i amb relació al que s'ha explicat abans, és la varietat de situacions hidrogràfiques i climàtiques actuals que ha dut a la convivència de biotes de mars temperats i tropicals, a més d'una capacitat important d'absorbir espècies invasores (Sarà, 1985).

### Zones biogeogràfiques: d'on vénen les espècies actuals?

Els estudis biogeogràfics sobre la fauna i flora marina mediterrània són molt diversos i, en molts casos, difícilment comparables. Mentre que les relacions entre la fauna mediterrània d'alguns grups i les altres regions

mundials són prou conegudes, fins al punt de poder diferenciar regions clares on es troben les mateixes espècies, en molts d'altres no es pot encara precisar per manca d'estudis faunístics i florístics complets en el propi mar Mediterrani. L'esforç d'alguns autors tant en grups bentònics (Fredj, 1974) com planctònics (Furnestin, 1979), ens ha permès diferenciar una sèrie de regions que per un fet de conveniència s'han dibuixat considerant el Mediterrani en el centre i així observar millor l'amplitud de cada una de les regions (Fig. 3). Aquestes regions es corresponen a espècies endèmiques de la Mediterrània, espècies que es troben tant a la Mediterrània com a l'oceà Atlàntic, a l'Atlàntic nord i Àrtic (boreal), a l'Atlàntic central i sud (tropicalatlàntic), als oceans Índic i Pacífic, a tots els mars i oceans càlids i tropicals (circumtropical) i a tot arreu (cosmopolites). Un exemple de la distribució biogeogràfica de la fauna mediterrània es pot trobar en el treball de Boero i Bouillon (1993) en què fan una posada al dia de les espècies conegudes d'hidrozous considerant les dues fases, pelàgica i bentònica. Les espècies endèmiques del grup són 19,5% del total i les circumtropicals el 20,5%. La resta de grups tenen entre el 13,3 i el 11,3% mentre que el grup menys representat és l'indopacífic amb un 8,0%. La major part d'espècies del grup es troben també a l'oceà Atlàntic i molt probablement d'aquest oceà han arribat a la



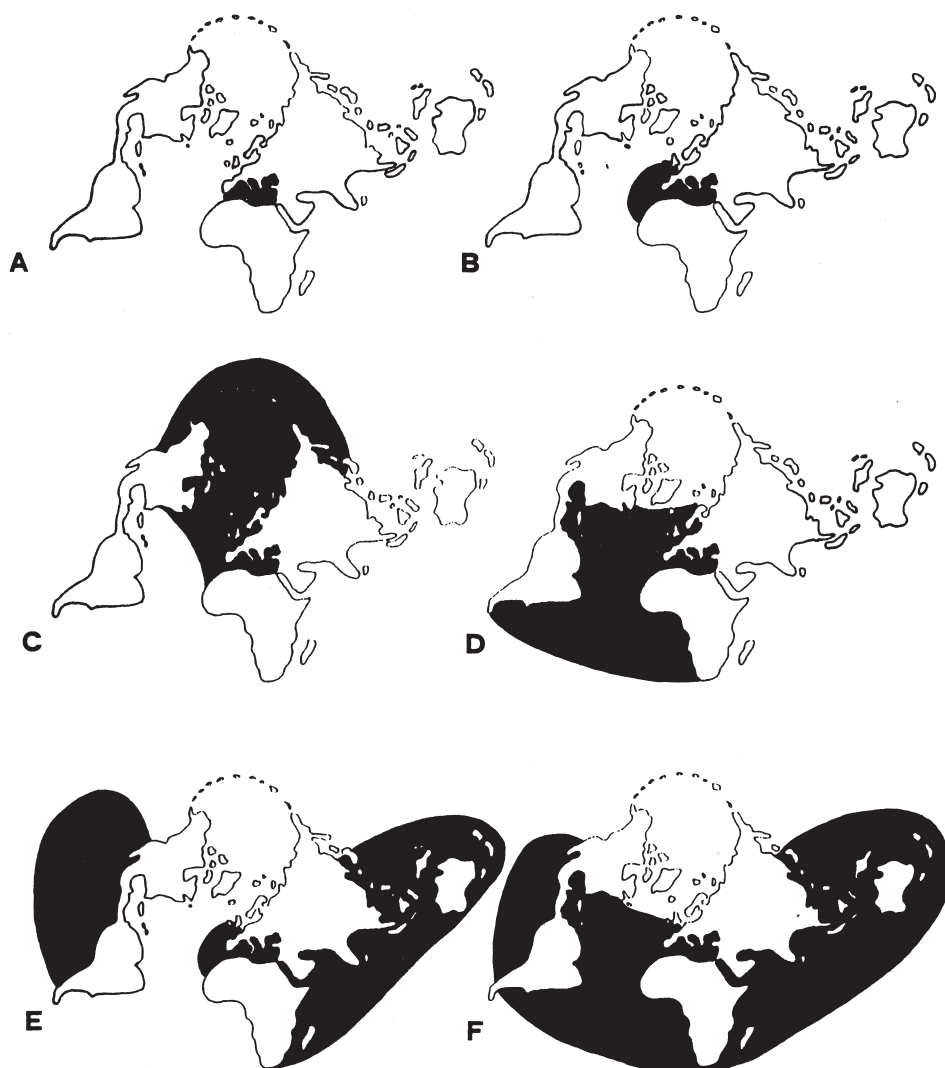


Figura 3. Regions biogeogràfiques de la biota mediterrània: A, Endèmics; B, Mediterrani-Atlàntic; C, Boreal; D, Tropicalatlàntic; E, Indopacífic; F, Circumtropical. (dibuixat de diversos autors).

Mediterrània, després de la crisi messiniana, per l'estret de Gibraltar.

La biota de cada regió en el mar Mediterrani està composta per percentatges d'espècies amb afinitats geogràfiques diferents. La fauna més típica és la de la part central del Mediterrani i especialment la que es troba al sector occidental. Hi ha zones amb un clar predomini d'espècies atlàntiques com és el mar d'Alborán mentre que, al costat oposat, es troba el mar de Llevant amb una clara influència d'espècies provinents del mar Roig. Aquestes darreres espècies han penetrat al sud-est de la Mediterrània pel canal de Suez, un fenomen que es coneix com migració lessepsiana. Aquest nom és com un reconeixement a Ferdinand de Lesseps, diplomàtic francès màxim promotor de la construcció del Canal. Moltes espècies lessepsianes com algunes algues, invertebrats i peixos, han

prosperat en aquesta zona de la Mediterrània fins al punt de ser considerada una regió geogràfica a part (Golani, 1998).

#### Biodiversitat i canvi climàtic

Les variacions climàtiques han estat considerades des de fa temps com una de les causes naturals que més han afectat la biodiversitat regional i mundial (Southward i Boalsch, 1994). La composició específica i l'abundància de les espècies dominants es veu afectada més per una combinació de factors que per un de sol (Bianchi i Morri, 1993). Un factor desestabilitzador és l'efecte directe de la temperatura que intervé en els canvis en la supervivència, el comportament, l'esforç reproductor i la dispersió larvària. Un altre és el canvi de dominància d'algunes espècies que en farà canviar les interaccions biològiques i la capa-



citat competitiva. Altres factors són de tipus indirecte com, per exemple, les variacions en la intensitat i direcció dels corrents que implicarà variacions, moltes vegades irreversibles, en les pautes de distribució. Els canvis de les interaccions entre espècies i de la seva dominància es veu reflectit de manera directa en les relacions tròfiques. D'aquesta manera cal insistir en el fet que variacions petites en les condicions climàtiques poden donar lloc a modificacions profundes en les cadenes tròfiques i en l'estructura de les comunitats marines (Petchey et al., 1999).

En els darrers anys s'han publicat una sèrie de treballs on s'han evidenciat exemples molt clars del canvi de les pautes de distribució de les espècies a causa d'un increment de la temperatura de l'aigua de mar superficial. Aquests canvis es veuen reflectits en un increment de l'àrea coberta per aigües més càlides que porta una extensió o una major dispersió de les espècies pròpies d'aquestes aigües. Exemples d'aquest fenomen els trobem en algunes espècies de peixos en el sector occidental que cada dia són més habituals en la zona nord del golf de Lleó (Francour et al., 1994) (Fig. 4). Un altre cas, a les costes catalanes, és la presència cada vegada més sovint del tallahams (*Pomatomus saltatrix*) un peix típic d'aigües càlides (Sabatés i Martín, 1993).

A pocs llocs s'ha pogut demostrar la relació entre les fluctuacions del clima i els canvis de la biodiversitat marina. Els estudis duts a terme per investigadors italians en les dues

darreres dècades són un bon exemple de com la biota ha sofert importants modificacions que estan íntimament lligades a variacions climàtiques (Morri i Bianchi, 2001). El mar Lìgur està situat en el sector nord-est de la Mediterrània occidental i és una de les zones més fredes d'aquest mar. Normalment el nombre d'espècies d'origen subtropical és molt baix en aquest mar. Però en els darrers anys s'ha vist un increment de les espècies d'aigües càlides relacionat amb un increment de la temperatura de l'aigua i amb una substitució d'altres espècies. Per exemple, el mol-lusc dominant dels fons de sorra i fang fins als anys 90, *Spisula subtruncata*, s'ha vist quasi totalment reemplaçat per una altra espècie, *Chamelea gallina*, més pròpia de zones càlides. Paral·lelament a aquests relleus en la dominància s'ha vist una clara regressió d'altres espècies tan típiques del litoral mediterrani com és la fanerògama *Posidonia oceanica*.

#### L'empremta de l'home en la fauna i flora mediterrània

Moltes vegades els canvis observats en les comunitats marines atribuïdes a canvis climàtics són realment el resultat d'alteracions antropogèniques. Entre les alteracions degudes a l'home més importants hi ha les introduccions d'espècies exòtiques, la sobreexplotació dels recursos naturals (pesca) i la contaminació (Castilla, 1999). En molts casos l'efecte sobre els ecosistemes degut a la intro-

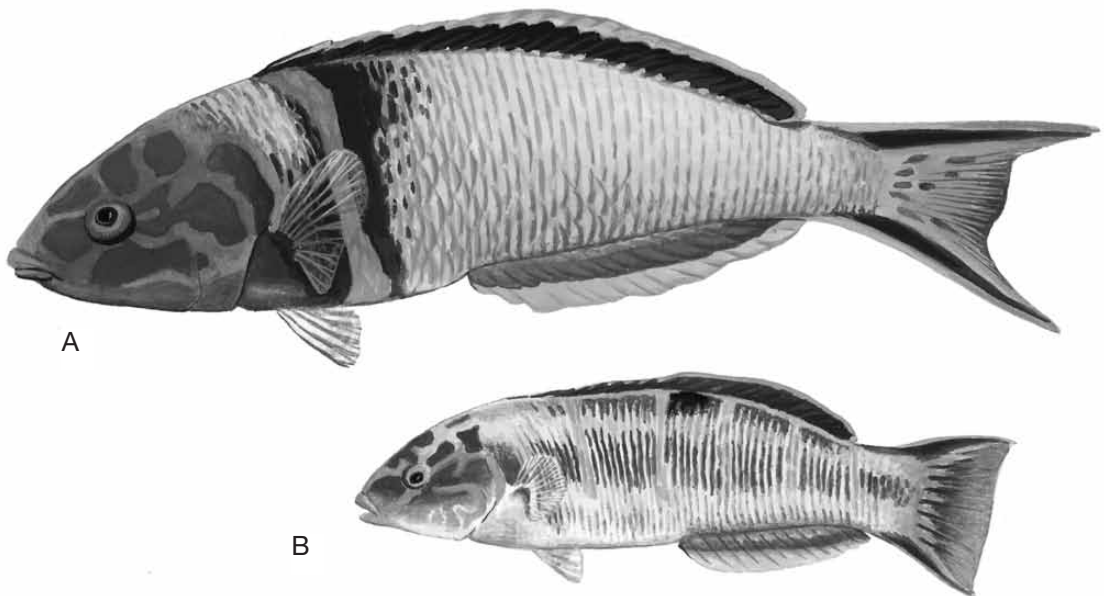


Figura 4. El fadrí (*Thalassoma pavo*) cada dia és més habitual en la zona nord del golf de Lleó. Aquest fet ha estat associat a l'increment de la temperatura de l'aigua de mar superficial (Francour et al., 1994). A, lliurea del mascle reproductor; B, lliurea de les femelles i dels mascles immadurs. (Dibuix: J. Corbera).



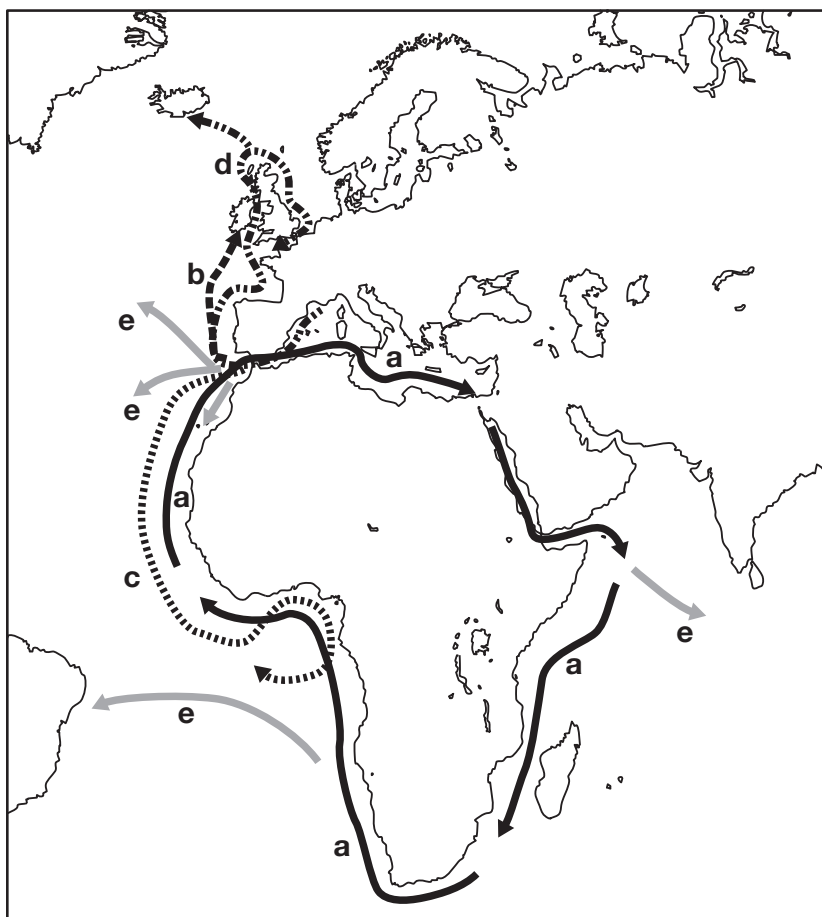


Figura 5. Rutes de comunicació de vaixells de fusta des del Mediterrani a d'altres llocs del món: a, Necho II (600 dC); b, Himilco (450 dC); c, Hanno de Cartago (segle quart dC); D, Pytheas (240 dC); E, viatges púnics (dibuixat de diversos autors).

ducció d'espècies exòtiques o al·lòctones és la monopolització de l'espai o dels recursos disponibles per part dels intrusos. Aquest fenomen se l'ha denominat recentment com "homogenització" ja que les espècies de l'ecosistema es veuen desplaçades i moltes vegades reemplaçades per les espècies introduïdes per l'home (McKinney, 1999). Aquestes espècies a vegades han entrat via les masses d'aigua, com és el cas de les migracions les-sepsianes, però d'altres espècies han entrat adherides al casc dels vaixells (fouling), en les aigües de llastre, compravenda d'espècies exòtiques incloses les utilitzades en l'aquicultura i aquariofília, etc. Un dels casos més espectaculars de l'efecte de la invasió d'una espècie exòtica ha estat el cas de l'alga *Caulerpa taxifolia*. Aquesta espècie es va detectar per primera vegada al mar Mediterrani enfront de l'aquari de Mònaco l'any 1988, sembla que es va "escapar" dels aquaris on es cultivava. En pocs anys aquesta alga s'ha estès molt ràpidament per la zona nord del golf de Lleó i en molts casos ha arribat a monopolitzar el substrat on creix (Meinez, 1997) el que l'ha convertit en una amenaça per als fons marins del sector occidental. Al cap dels anys sembla que aquesta espècie no ha seguit una pauta d'expansió tan

elevada com s'esperava i sembla seguir el que ha succeït amb d'altres algues com *Asparagopsis armata* que forma denses poblacions a finals de la primavera i a l'estiu i que ja és un acompanyant habitual del paisatge marí de les nostres costes. Una possible explicació d'aquesta aturada en l'expansió de les espècies introduïdes en el mar Mediterrani és la forta estacionalitat que fa que si bé les condicions tèrmiques poden afavorir una expansió inicial, en arribar l'hivern, les espècies d'aigües càlides regressen i no poden seguir la colonització (Gili, 2000). Aquesta estacionalitat pròpia del mar Mediterrani i que controla de manera decisiva les comunitats marines (Coma et al, 2000) és un dels mecanismes que fa a aquest mar capaç d'absorbir molts canvis i acceptar espècies exòtiques sense que aquestes acabin proliferant massa.

La història de les invasions o les intrusions d'espècies exòtiques a la Mediterrània va començar fa poques dècades. De fet van ser els vaixells dels pobles que van viure a les costes del Mediterrani els primers responsables de les intrusions. Des dels grecs que van anar i tornar d'Islàndia, o els fenicis d'Àfrica, els púnics de la Macaronèsia i fins i tot del Brasil (Fig. 5) fins als vaixells espanyols que van creuar l'oceà Atlàntic regularment han



estat el transport més factible per a la introducció antropogènica de les espècies exòtiques. Un cas que sembla estar relacionat amb aquest transport degut al casc de fusta dels vaixells és el del corall *Oculina patagonica* (Fig. 6) que avui en dia es coneix des de l'estret de Gibraltar fins a les costes de Castelló (Zibrowius, 1991).

Un dels canvis recents més evidents en les comunitats marines s'ha produït malauradament a causa de la contaminació. Un increment de la presència i acumulació de substàncies contaminades comporta una immediata reducció de la biodiversitat, amb la substitució de les espècies perennes per les oportunistes, i en una reducció de la talla i l'edat de les espècies (Gray, 1989). Aquest cas ha estat observat en diverses espècies (com la fanerògama *Posidonia oceanica*) o en alguns sectors del Mediterrani (com és el mar Adriàtic). Les causes més conegudes i acceptades que han produït canvis importants en la biodiversitat marina mediterrània estan relacionades amb un augment dels aportaments continentals que han arribat a incrementar de manera molt significativa els nivells d'eutrofització. En regions no tan tancades com el mar Adriàtic es fa difícil separar els efectes antropogènics dels propis canvis habituals dels ecosistemes i són més un conjunt de factors els que interactuen (Bourcier, 1996). Per altra banda, els increments de diòxid de carbó han estat progressius en els darrers anys, fet que ha donat lloc al conegut efecte hivernacle,

resultat de l'activitat humana (Graham, 1995). D'aquesta manera no es poden acceptar com "naturals" els canvis en la biodiversitat deguts a canvis climàtics com a contrapartida als efectes directes de la contaminació o altres causes antropogèniques.

### Cap a un nou concepte de biodiversitat

El nombre d'espècies que es troben en un ecosistema ha estat l'aproximació millor per quantificar la biodiversitat. Però, en els darrers anys el concepte d'espècie es complementa amb la funció que pot desenvolupar en la comunitat o ecosistema on es troba. Això ha fet que unes espècies tinguin un paper més rellevant que d'altres no per la seva abundància sinó pel seu paper, encara que siguin poc freqüents (Gray, 1997). Una expressió d'aquest paper ecològic és el cas dels depredadors de nivells alts en les cadenes tròfiques que amb pocs individus poden controlar extenses poblacions de les seves preses. En el marc d'aquest concepte general de diversitat funcional s'ha fet un gran èmfasi a demostrar la necessitat de conèixer la funció de cada espècie i que aquesta funció no té només una relació tròfica, sinó que també és una resposta a les condicions ambientals (Walker, 1991). Així, el concepte de diversitat funcional (Steele, 1991) ha canviat molts punts de vista en l'estudi de la biodiversitat i ha fet que el nombre d'espècies que coexisteixen en un hàbitat sigui indicador no només d'una estabi-

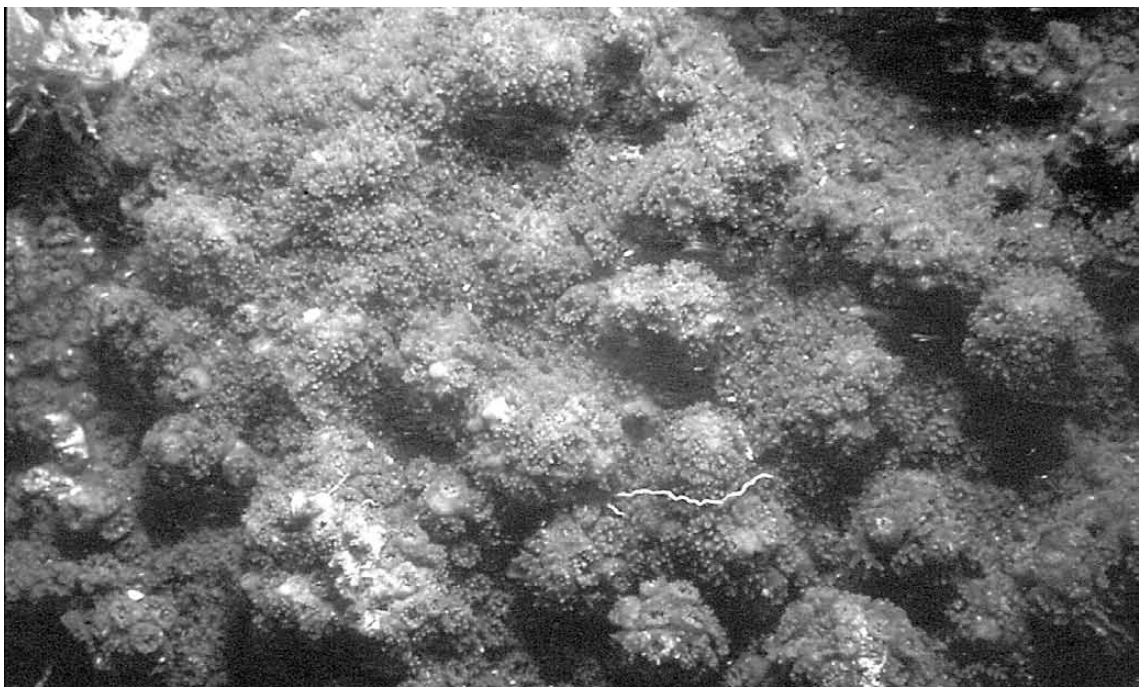
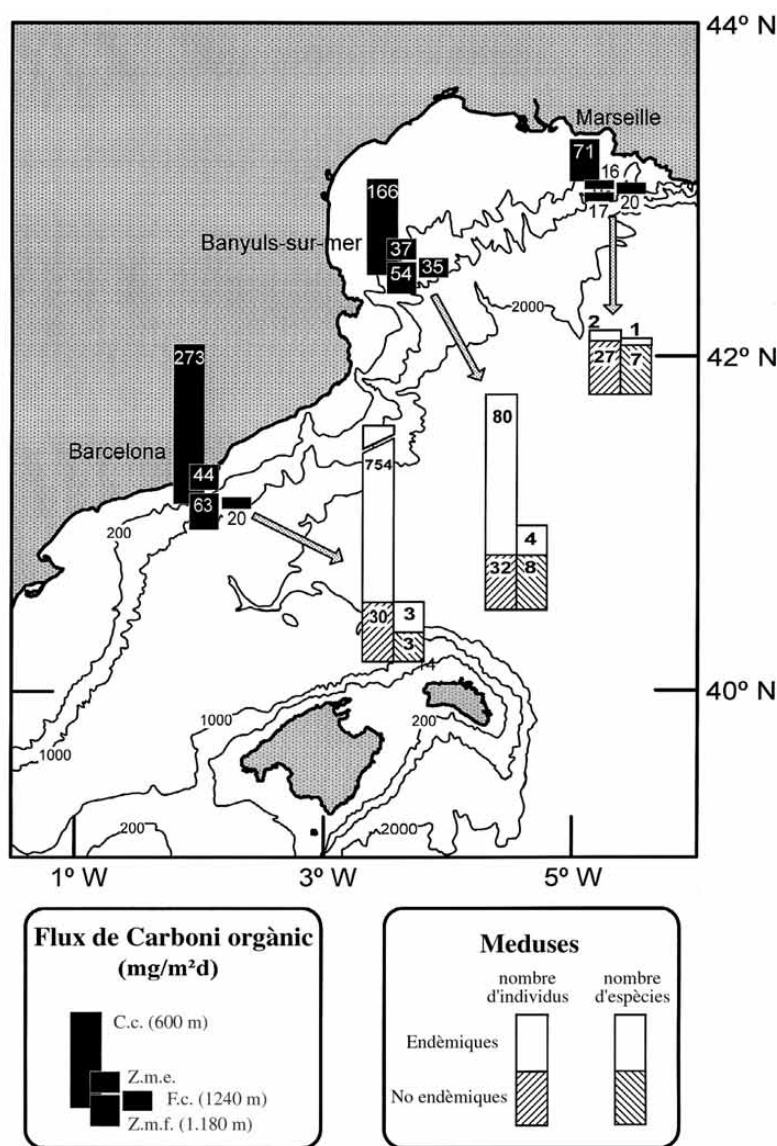


Figura 6. El corall *Oculina patagonica*, que avui en dia es coneix des de l'estret de Gibraltar fins a les costes de Castelló, podria haver estat introduït a la Mediterrània adherit al casc de fusta dels vaixells espanyols que creuaven l'Atlàntic. (Foto: G. Muñoz-Ramos/Escola del Mar de Badalona)





Figura 7. Representació del nombre d'espècies de meduses (hidromeduses) recollides a tres canyons submarins del golf de Lleó amb relació al flux total de carboni que arriba als canyons com factor relacionat amb l'aportament d'aliment a l'interior de cada canyó (modificat de Gili et al., 2000). C.c. capçalera del canyó; Z.m.f. zona intermèdia del canyó; F.c. fora del canyó. La presa de mostres es va realitzar a 35 m per sobre del fons marí excepte a Z.m.e. que és el mateix punt de mostreig que Z.m.f. però a 500 m sobre el fons.



litat ambiental sinó una resposta a un millor aportament d'aliment o energia. Per exemple, en comunitats on conviuen moltes espècies, la coexistència comporta un millor aprofitament de l'energia disponible. Un cas molt típic en el mar Mediterrani d'aquest tipus de comunitat és el del conegut com coral-ligen. Es tracta d'una comunitat que es desenvolupa sobre substrat rocós entre 15 i 100 m de fondària i en la qual conviuen una gran varietat d'espècies sèssils i mòbils. Aquesta comunitat està dominada per organismes suspensívors (filtren o capturen partícules en suspensió) i en estudis recents s'ha vist que no només són capaços de capturar una gran varietat de preses, sinó que exerceixen una força depredadora molt important sobre les comunitats planctòniques i el sèston (Gili i Coma, 1998). La capacitat de repartir-se i compartir l'aliment disponible entre les dife-

rents espècies ha fet que siguin considerades un exemple que una elevada diversitat és sinònim d'una eficiència molt alta en el processament de l'energia disponible. Altres exemples d'aquests tipus de comunitats a la Mediterrània són les comunitats planctòniques que es desenvolupen en llocs frontera com les que se situen en el màxim de clorofil·la en la columna d'aigua i al llarg de fronts hidrogràfics. L'exemple contrari serien les comunitats que es desenvolupen en hàbitats amb un fort estrès ambiental com les que es troben just per sobre del nivell de l'aigua i que viuen a expenses que siguin banyades per les ones, o les comunitats planctòniques de mar obert.

La biodiversitat també s'entén com el nombre diferent de comunitats, hàbitats o ecosistemes. Això fa que el mar Mediterrani, amb una gran varietat de condicions ambientals



com s'ha explicat abans, pugui tenir una elevada diversitat biològica. La importància dels factors ambientals per explicar canvis en la composició específica és fàcil d'entendre ja que la biodiversitat és un fenomen dinàmic i implica canvis. Així, recentment s'ha especulat que variacions en les condicions ambientals recents han donat lloc a processos d'especiació molt més ràpids del que s'esperava (Orr i Smith, 1998). Un exemple d'aquesta nova hipòtesi en el Mediterrani han estat els estudis sobre la fauna marina dels canyons submarins de la costa catalana. En aquests estudis s'ha pogut demostrar que la composició de la fauna de meduses en els canyons està composta no tan sols per espècies endèmiques i molt possiblement relictas de l'antic mar Tethys (Gili et al., 1998), sinó que moltes de les espècies descobertes en els canyons habitaven tan sols un canyó submarí en concret (Fig. 7). Aquesta restricció de les espècies en un canyó determinat s'ha explicat com una adaptació a les espècies i diferents condicions ambientals en cada un, com són la sedimentació (aportaments continentals), règim hidrodinàmic, topografia del canyó, etc. (Gili et al., 2000). A més, aquests estudis amb meduses i altres grups zoològics han ajudat a demostrar que, contràriament al que es pensava fins ara, la fauna profunda de la Mediterrània no és tan similar a l'Atlàntica, sinó que té un elevat component d'endemisme.

### Bibliografia

- BIANCHI, C.N. i MORRI, C. (2000). Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, problems and prospects for future research. *Mar. Poll. Bull.*, 40: 367-376.
- BIANCHI, C.N. i MORRI, C. (1993). Range extension of warm-water species in the northern Mediterranean: evidence for climatic fluctuations?. *Porcupine Newsl.*, 5: 156-159.
- BLONDEL, J. i ARONSON, J. (1999). *Biology and wildlife of the Mediterranean Region*. Oxford Univ. Press, Oxford.
- BOERO, F. i BOUILLON, J. (1993). Zoogeography and life cycle patterns of Mediterranean hydromedusae (Cnidaria). *Biol. J. Linn. Soc.*, 48: 239-266.
- BOUCHET, P. i TAVIANI, M. (1992). The Mediterranean deep-sea fauna: pseudopopulations of Atlantic species?. *Deep-Sea Res.*, 39: 169-184.
- BOURCIER, M. (1996). Long-term changes (1954-1982) in the benthic macrofauna under the combined effects of antropogenic and climatic action (example of one Mediterranean bay). *Oceanol. Acta*, 19: 67-78.
- BRIGGS, J.C. (1974). *Marine Zoogeography*, McGraw-Hill, New York.
- CASTILLA, J.C. (1999). Coastal marine communities: trends and perspectives from human-exclusion experiments. *Trends Ecol. Evol.*, 14: 280-283.
- COMA, R., RIBES, M., GILI, J.M. i ZABALA, M. (2000). Seasonality in coastal benthic ecosystems. *Trends Ecol. Evol.*, 15: 448-453.
- FISHER, W., BAUCHOT, M.L. i SCHNEIDER, M. (1987). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire. Vol. I, Végétaux et Invertébrés. Vol. II, Vertébrés. FAO, Rome.
- FRANCOUR, P., BOUDOURESQUE, C.F., HARMELIN, J.G., HARMELIN-VIVIEN, M.L. i QUIGNARD, J.P. (1994). Are the Mediterranean waters becoming warmer? Information from biological indicators. *Mar. Poll. Bull.*, 28: 523-526.
- FREDJ, G. (1974). Stockage et exploitation des données en écologie marine. C- Considérations biogéographiques sur le peuplement benthique de la Méditerranée. *Mém. Inst. Océanogr. Monaco*, 7: 1-88.
- FREDJ, G., BELLAN-SANTINI, D. i MENARDI, M. (1992). État des connaissances sur la faune marine méditerranéenne. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, 9: 115-145.
- FURNESTIN, M.L. (1979). Aspects of the zoogeography of the Mediterranean plankton. In: S. Van der Spoel i A.C. Pierrot-Bults (eds.), *Zoogeography and diversity of plankton*, Bunge Scientific Publishers, Utrecht: 191-153.
- GIACCONE, G. (1999). L'origine della biodiversità vegetale del Mediterraneo. *Notiziario Soc. Ital. Biol. Mar.*, 35: 35-51.
- GILI, J.M. (2000). Frontline view of an invasion. *Science*, 287: 1762.
- GILI, J.M., BOUILLON, J., PAGÈS, F., PALANQUES, A., PUIG, P. i HEUSSNER, S. (1998). Origin and biogeography of the deep-water Mediterranean Hydromedusae including the description of two new species collected in submarine canyons of Northwestern Mediterranean. *Sci. Mar.*, 62: 113-134.
- GILI, J.M. i COMA, R. (1998). Benthic suspension feeders: their paramount role in littoral marine food webs. *Trends Ecol. Evol.*, 13: 316-321.
- GILI, J.M., PAGÈS, F., BOUILLON, J., PALANQUES, A., PUIG, P., HEUSSNER, S., CALAFAT, A., CANALS M. i MONACO, A. (2000). A multidisciplinary approach to the understanding of hydromedusan populations inhabiting Mediterranean submarine canyons. *Deep-Sea Res. Part I*: 47: 1513-1533.
- GOLANI, D. (1998). Impact of Red Sea fish migrants through the Suez Canal on the aquatic environment of the eastern Mediterranean. *Bull. Yale School Forest. Environ. Stud.*, 103: 375-387.
- GRAHAM, N.E. (1995). Simulation of recent global temperature trends. *Science*, 267: 666-671.
- GRAY, J.S. (1989). Effects of environment



- stress on species rich assemblages. *Biol. J. Linn. Soc.*, 37: 19-32.
- GRAY, J.S. (1997). Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs. *Biodiv. Conser.*, 6: 153-175.
- MALDONADO, A. (1985). Evolution of the Mediterranean basins and a detailed reconstruction of the Cenozoic paleoceanography. In: R. Margalef (ed.), *Key Environments: Western Mediterranean*, Pergamon Press, Oxford: 17-59.
- MARGALEF, R. (1985). Introduction to the Mediterranean. In: R. Margalef (ed.), *Key Environments: Western Mediterranean*, Pergamon Press, Oxford: 1-16.
- MCKINNEY, M.L. (1999). Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends Ecol. Evol.*, 14: 450-453.
- MEINEZ, A. (1997). Led roman noir de l'algue "tueuse": *Caulerpa taxifolia* contre la Méditerranée, Éditions Belin, Marseille.
- MORRI, C. i BIANCHI, C.N. (2001). Recent changes in biodiversity in the Ligurian Sea (NW Mediterranean): is there a climatic forcing?. In: F.M. Faranda, L. Guglielmo i G. Spezie (eds.), *Mediterranean Ecosystems: Structures and Processes*, Springer-Verlag, Italia: 375-384.
- ORR, M.R. i SMITH, T.B. (1998). Ecology and speciation. *Trends Ecol. Evol.*, 13: 502-506.
- PÉRÈS, J.M. (1985). History of the Mediterranean biota and the colonization of the depths. In: R. Margalef (ed.), *Key Environments: Western Mediterranean*, Pergamon Press, Oxford: 198-232.
- PETCHEY, O.L., MCPHEARSON, P.T., CASEY, T.M. i MORIN, P.J. (1999). Environmental warming alters food-web structure and ecosystem function. *Nature*, 402: 69-72.
- POR, F.D. (1989). The legacy of Tethys. An aquatic biogeography of the Levant. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- REAKA-KUDLA, M.L., WILSON D.E. i WILSON, E.O. (1992). *Biodiversity II*. Joseph Henry Press, Washington.
- RIBERA, M.A., GÓMEZ GARRETA, A., GALLARDO, T., CORMACI, M., FURNARI, G. i GIACCOME, G. (1992). Check-list of Mediterranean seaweeds. I. Fucophyceae (Warming 1884). *Bot. Mar.*, 35: 109-130.
- RIEDL, R. (1980). Marine ecology: a century of changes. *PSZN I: Mar. Ecol.*, 1: 3-46.
- RUFFEL, A. (1997). Geological evolution of the Mediterranean basin. In: R. King, L. Proudfoot i B. Smith (eds.), *The Mediterranean: Environment and Society*, Arnold, London: 12-29.
- SABATÉS, A. i MARTÍN, P. (1993). Spawning and distribution of bluefish *Pomatomus saltatrix* (L.) in the northwestern Mediterranean. *J. Fish. Biol.*, 43: 109-118.
- SARÀ, M. (1985). Ecological factors and their biogeographic consequences in the Mediterranean ecosystems. In: M. Moraitou-Apostolopoulou i V. Kiortsis (eds.), *Mediterranean marine ecosystems*, Plenum Press, New York: 1-17.
- SOUTHWARD, A.J. i BOALSCH, G.T. (1994). The effect of changing climate on marine life: past events and future predictions. In: S. Fisher (ed.), *Man and the maritime environment*, Univerity Exeter Press, Exeter: 101-143.
- STANLEY, D.J. (1990). Med desert theory is drying up. *Oikos*, 33: 14-23.
- STEELE, J.H. (1991). Marine functional diversity. *Bioscience*, 41: 470-474.
- TORTONESE, E. (1985). Distribution and ecology of endemic elements in the Mediterranean fauna (fishes and echinoderms). In: M. Moraitou-Apostolopoulou i V. Kiortsis (eds.), *Mediterranean marine ecosystems*, Plenum Press, New York: 57-83.
- WALKER, B.H. (1991). Biodiversity and ecological redundancy. *Cons. Biol.*, 6: 18-23.
- WILSON, E.O. (1988). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington.
- ZIBROWIUS, H. (1991). Ongoing modification of the Mediterranean marine fauna and flora by the establishment of exotic species. *Mésogée*, 51: 83-107.

