

# Los corales del Mediterráneo



Fondazione Zegna



OCEANA

# Los corales del Mediterráneo

---

# Índice

<b>01. Introducción</b>	<b>04</b>
Breve explicación sobre la taxonomía de los antozoos y los términos utilizados en este documento	
<b>02. Características físicas de los corales</b>	<b>08</b>
Configuración	
Esqueletos para todos los gustos	
En contacto	
<b>03. Especies de corales en el Mediterráneo</b>	<b>12</b>
Evolución de los corales en el Mediterráneo	
Corales exclusivos y corales importados	
<b>04. El hábitat de los corales y los corales como hábitat</b>	<b>20</b>
Arrecifes de coral	
Coralígeno	
Grandes concentraciones de anémonas	
Sobre rocas, paredes y sustratos duros	
En cuevas y grietas	
Sobre fangos y fondos arenosos	
En aguas someras y en grandes profundidades	
En aguas sucias	
Viviendo a lomos de otro	
- Sobre algas y fanerógamas	
- Sobre fauna	
En compañía: corales y animales simbiotes/comensales	
<b>05. La reproducción de los corales</b>	<b>32</b>
Sexual y asexual	
Reproducción sincronizada	
Ovíparas, vivíparas	



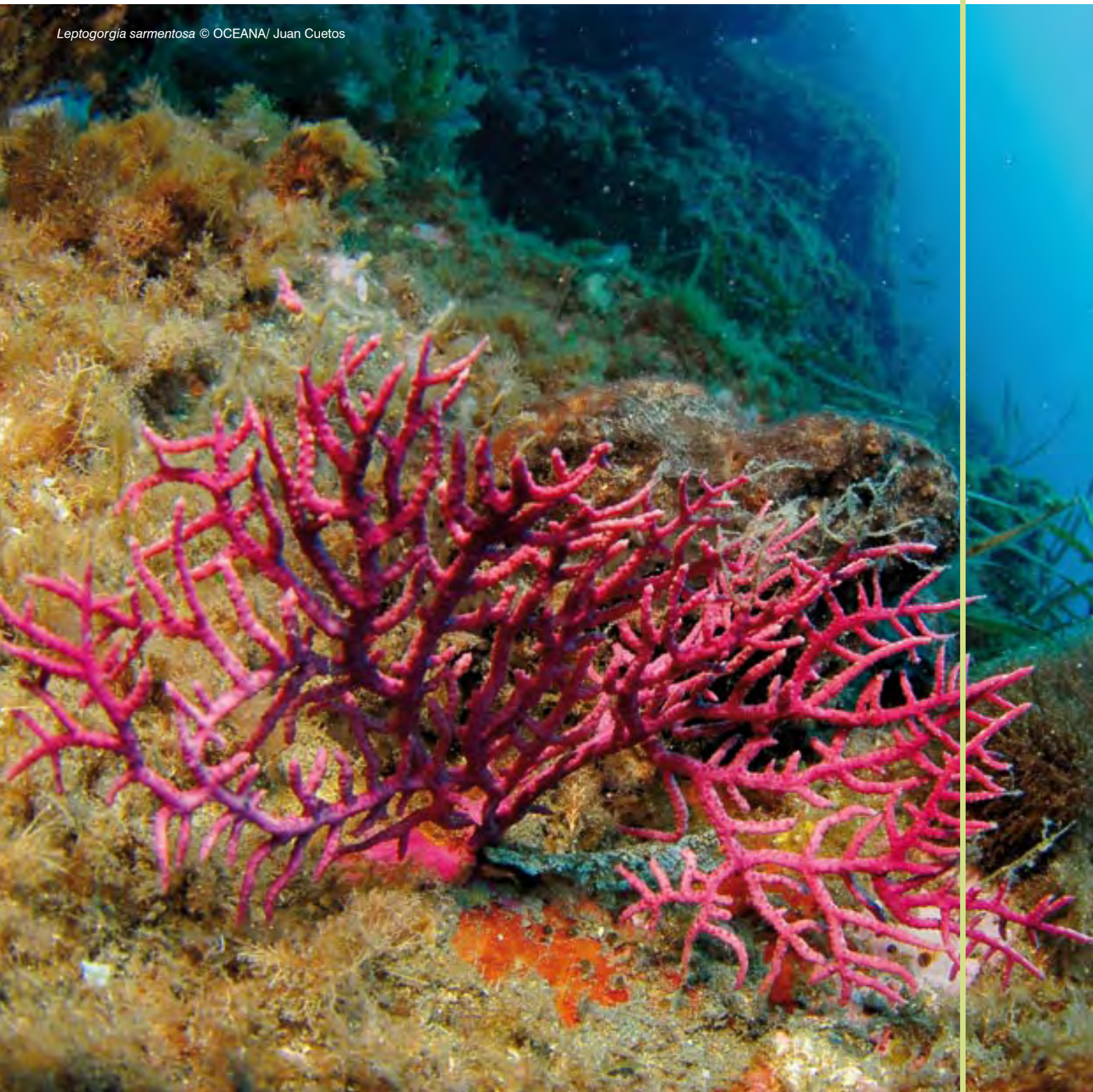
Alicia mirabilis © OCEANA/ Juan Cuetos

Gemación, fisión y laceración	
Fases huevo, larva/plánula, pólipo	
Sexos separados y hermafroditismo	
<b>06. Lucha por la supervivencia</b>	<b>38</b>
Conflictos con los vecinos: el espacio	
Crecimiento	
El tamaño importa	
Un sitio en la mesa: la alimentación de los corales	
Adivina quién viene a cenar esta noche: depredadores naturales de corales	
Corales con luz	
Corales que se mueven	
<b>07. Amenazas para los corales</b>	<b>46</b>
Las enfermedades de los corales	
Cambio climático	
Otros efectos antrópicos sobre los corales	
Arrancamiento de colonias	
- Contaminación química	
- Enterramiento y colmatación	
La pesca y los corales	
<b>08. Usos de los corales</b>	<b>52</b>
Explotación comercial de los corales	
Los corales y la medicina	
<b>09. Corales protegidos</b>	<b>56</b>
<b>10. Oceana y los corales</b>	<b>60</b>
- Prohibición de artes de pesca destructivas sobre fondos de corales	
- Regulación de la captura de corales	

# 01.

## Introducción

*Leptogorgia sarmentosa* © OCEANA/ Juan Cuetos



Corales que viven solos o en colonias; con estructuras rígidas, semi-rígidas o blandas, que se esconden bajo piedras o se yerguen como árboles; que prefieren las zonas soleadas o buscan cuevas y lugares sombríos; que pueden generar luz o que contienen sustancias medicinales, que están a ras de agua o a más de 5.000 metros de profundidad; con pólipos que son regenerados cada año, o colonias que pueden tener de 50 a más de 1.000 años, y arrecifes que han tardado más de 8.000 años en formarse. Aunque el número de especies de corales que se encuentran en el Mediterráneo representa menos del 5% de los existentes en el mundo, la diversidad de sus tipos y formas de vida nos dan un ejemplo de la gran importancia de estos animales en el ecosistema marino global.

Los corales son animales muy simples y, como tales, capaces de crear comunidades muy complejas y diversas. Contrariamente a la creencia general, los organismos simples son los que muestran una mayor capacidad de adaptación y mutación, ya que los organismos complejos son más especializados y, por tanto, con menor posibilidad de sufrir modificaciones genéticas y físicas en un corto periodo de tiempo.

Falso coral (*Myriapora truncata*) © OCEANA/ Juan Cuetos



Coral de fuego (*Millepora planata*) © OCEANA/ Houssine Kaddachi

Muchas personas piensan que los corales son plantas, porque en la mayoría de los casos se trata de especies que viven fijas en el sustrato y, a simple vista, no parecen tener una gran actividad. Como animales terrestres que somos, estamos acostumbrados a diferenciar plantas y animales según puedan o no desplazarse, pero esta división tan evidente en tierra, en el mar no es aplicable. A pesar de su aspecto, numerosos animales pasan toda o parte de su vida anclados a las rocas u otros sustratos, o incluso a otros organismos; este es el caso de los poríferos (esponjas), briozoos, hidrozoos, y un gran número de gusanos, moluscos o crustáceos. En ocasiones esta confusión se incrementa por las formas ramificadas que presentan algunos de ellos.

Pero los corales son animales en los que sus células se organizan en tejidos, tienen un sistema nervioso, crecen y se reproducen, pueden formar colonias, y se alimentan activamente de los organismos que encuentran en su medio.

Todos ellos son especies únicamente marinas y abarcan todos los ámbitos conocidos en los océanos, desde las aguas someras

y charcas intermareales, hasta las mayores profundidades a las que llega la vida en el mar.

Los corales pertenecen a una de las clases animales más antiguas que existe en el mundo. Sus restos fósiles pueden ser rastreados hasta el periodo pre-Cámbrico<sup>1</sup>, momento en el que se produjo la gran explosión de vida en los océanos, hace más de 500 millones de años.

El Mediterráneo, con un 1.1% de la superficie marina mundial y un 0,3% del volumen de agua salada existente, ya no conserva los impresionantes arrecifes de coral que albergaba hace unos 60 millones de años gracias a unas características climáticas y oceanográficas diferentes. Sin embargo, en la actualidad sigue dando cobijo a una espectacular muestra de corales, incluyendo algunos exclusivos de este mar.

### Breve explicación sobre la taxonomía de los antozoos y los términos utilizados en este documento

La denominación “coral” es muy ambigua, ya que es un nombre utilizado vulgarmente para referirse a unas pocas especies de esqueleto rígido, o a determinados grupos de antozoos. Pero, a veces sirve para denominar a especies de otras clases faunísticas, como hidozoos o briozoos. Este es el caso del coral de fuego (*Millepora* sp.) o el falso coral (*Myriapora truncata*).

Nosotros, bajo este nombre, hemos querido aglutinar a todas las especies de antozoos, incluyendo tanto a los verdaderos corales, como a corales negros, gorgonias, plumas de mar, anémonas, etc. No incluimos aquí otras especies que también son vulgarmente denominadas corales, como los corales de fuego, por tratarse de animales pertenecien-

tes a los hidozoos, una clase faunística con marcadas diferencias.

Los antozoos o “animales flor”, según su traducción del griego, son una parte de los cnidarios. En concreto se trata de un grupo de estos animales que pasa toda su vida bajo la forma de pólipos.

Los cnidarios o celentéreos, son llamados así por tener cnidos o cápsulas urticantes -cnidario significa aguijón irritante o urticante; del griego kmidé (ortiga)-, mientras que el otro nombre por el que también se les conoce, celentéreos significa intestino vacío -del griego; koilos (vacío) y enteron (intestino)-.

El filo de los cnidarios se encuentra dividido en 4 clases faunísticas: hidozoos, cubozoos, escifozoos y antozoos.

Los hidozoos y cubozoos pasan parte de su vida como medusas y otra parte como pólipos. Los escifozoos sólo se presentan en forma de medusa y carecen de la fase pólipo, mientras que los antozoos, sólo se presentan en forma de pólipo y carecen de la fase medusoide. Antiguamente existía una quinta clase de cnidarios, Conulata, pero ésta se extinguió durante el Triásico.

Asimismo, los antozoos (los que nosotros hemos querido denominar como corales y a los que se dedica este trabajo), se han subdividido tradicionalmente en 2 subclases; octocoralarios y hexacoralarios.

Los octocoralarios (o alcionáceos), se llaman así porque todos sus pólipos tienen 8 tentáculos y el mismo número de septos o mesenterios completos (o paredes de la cavidad gastrovascular que van desde la faringe a la zona basal), pero no están pareados. Estos se separan en 5 órdenes: estoloníferos (corales órgano y corales helechos), alcionarios (corales blandos), gorgonáceos (gorgonias), helioporarios o coenotecalios (coral azul) y

pennatularios o pennatuláceos (plumas de mar).

Los hexacorarios (o zoantarios), aglutinan tanto a las especies con seis tentáculos, como a todas las que tienen más de 8 tentáculos (en muchas ocasiones múltiplo de 6) y con 6 mesenterios completos y pareados. Se dividen en 7 órdenes: actinarios (anémonas), escleractinios o madreporarios (corales duros), ceriantarios (anémonas tubo), antipatarios (corales negros), coralimorfarios (anémonas coral), zoantidos o zoantarios (anémonas coloniales) y ptychodactarios.



También pertenecían a esta clase otros órdenes ya extinguidos, como Rugosa, Tabulata, Heterocorallia, etc. Dos tercios de los antozoos existentes en el mundo pertenecen a esta subclase.

A partir de mediados del siglo XX, algunos autores propusieron una tercera subclase, uniendo a ceriantarios y antipatarios bajo la denominación de ceriantipatarios, por la similitud de ambos durante su estado larvario y porque sus mesenterios no aparecen pareados, entre otras características comunes. Y bajo esta subclase mantenían dos órdenes muy diferentes entre sí. Los ceriantarios o anémonas tubo, que pueden retraerse totalmente en sus tubos, y los antipatarios o corales negros, que tienen tentáculos retráctiles pero, al contrario que el resto de antozoos, no forman un anillo alrededor de la boca.

No existe consenso científico sobre la clasificación de estos animales. Los antozoos es un filo animal aún deficientemente definido, por lo que es habitual que existan grandes discrepancias en su clasificación taxonómica, como incluso en la identificación de sus especies.

La clasificación taxonómica que hemos decidido utilizar en este documento es la existente en Sistema Naturae 2000<sup>2</sup> (salvo para los Scleractinios, que siguen a Vaughan T.W. & J.W. Wells, 1943<sup>3</sup>, actualizando algunos géneros y especies utilizando las bases de datos de MARBEF<sup>4</sup>, ITIS<sup>5</sup> y Hexacorallians of the World<sup>6</sup>.); pero hemos mantenido los nombres de las subclases Octocorallaria y Hexacorallaria en lugar de Alcyonacea y Zoantharia para evitar confusiones entre subclase y orden.

Diferentes coloraciones de la gorgonia sarmentosa (*Leptogorgia sarmentosa*)  
© OCEANA/ Juan Cuetos



# 02.

## Características físicas de los corales



Un coral es un pólipo, que puede vivir solo o en colonia y recubrirse de un exoesqueleto duro o blando, pero su constitución es bastante sencilla.

Los pólipos, en forma de saco y con simetría radial, tienen 2 capas celulares: una externa, denominada ectodermis o epidermis y otra interna, conocida como gastrodermis, además de una tercera capa gelatinosa entre estas dos llamada mesoglea.

Desde la ectodermis el pólipo produce el carbonato cálcico que da lugar al exoesqueleto duro de muchos corales.

En la parte inferior se encuentra el disco de fijación o basal con el que se sujeta al sustrato o a la estructura de la colonia, mientras que en la superior se encuentra el disco oral rodeado de tentáculos.

Los corales sólo tienen un orificio que hace las veces de boca y ano. De él surge la faringe, un corto tubo que une la boca con la cavidad gastrovascular, que se encuentra dividida por tabiques (septos o mesenterios) en diferentes cámaras en las que se encuentran las células que realizan la digestión.

Si hay algo especialmente característico de los antozoos y demás cnidarios son los cnidos, cnidocistos o células urticantes. Existen tres tipos diferentes:

- 1) los nematocistos, que tienen forma de arpón y que pueden ser disparados para atravesar los tejidos de otras presas a las que inoculan las toxinas que contienen. Pueden encontrarse en todos los antozoos en los tentáculos y la cavidad gastrovascular;
- 2) los espirocistos, exclusivos de los hexacorales, que carecen de espinas y en lugar de penetrar en la víctima son adhesivos;
- 3) los pticocistos, también adhesivos, que utilizan los ceriantarios para construir su tubo.

## Configuración

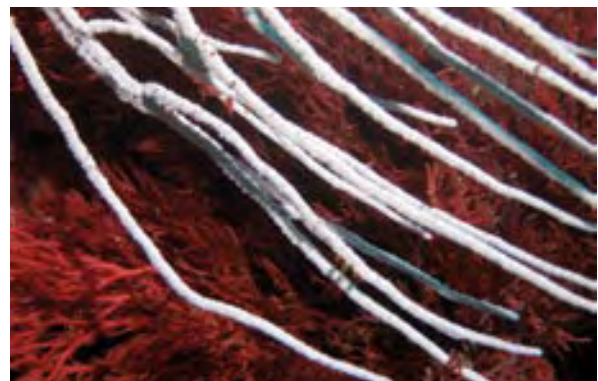
Los corales pueden presentarse viviendo solitarios o en inmensas colonias, pueden mostrar sólo sus cuerpos blandos, vivir dentro de un tubo o crear estructuras erectas rígidas, semi-rígidas o, incluso blandas sobre las que asientan sus pólipos. Pueden erigirse en formas arborescentes muy o poco ramificadas, en mantos que cubren paredes o el fondo como si fuera césped, presentarse en almohadillas, con aspecto de bola, pluma, látigo, globulosas, etc. Y también los hay que han decidido ocupar las estructuras que han creado esponjas u otros corales.

La gran diversidad de formas de estas colonias ha originado un sinnúmero de nombres para catalogarlas. Algunas poco ramificadas en forma de látigo (como *Elissela paraplexauroides* o *Viminella flagellum*), con aspecto de cable (como *Eunicella filiformis*), simulando una pluma (como *Virgularia mirabilis* o las del género *Pennatula*), etc.

Muchas veces, estas formas responden a acondicionamientos efectivos para sobrevivir sobre distintos medios marinos, dependiendo del hidrodinamismo, temperatura, etc.

En algunos casos las colonias de corales crean formas arbustivas, como ocurre en la mayoría de las gorgonias, o en algunos corales escleractinios como *Dendrophyllia ramea* o *Pourtalosmilia anthophyllites*. En estos

Gorgonia blanca (*Eunicella singularis*) con cálices poco abultados  
© OCEANA/ Thierry Lanoy



casos suelen tener una estructura rígida o semi-rígida, pero hay especies coloniales de cuerpo blando, como las manos de muerto (*Alcyonium* spp.) o las plumas de mar (Pennatulacea), entre otros.

Una de las estructuras más características formadas por corales son los arrecifes. En el Mediterráneo, los arrecifes de coral son escasos y solo unas pocas especies de antozoos coloniales tienen capacidad para formarlos.

No obstante, existen otros cnidarios que, aunque sus estructuras no pueden ser consideradas siempre como arrecifales, forman colonias complejas y muy importantes. Entre ellos podemos destacar a las anémonas coloniales de los géneros *Epizoanthus*, *Parazoanthus* y *Corynactis*, o algunos corales que viven en colonias, como *Madracis pharensis*,

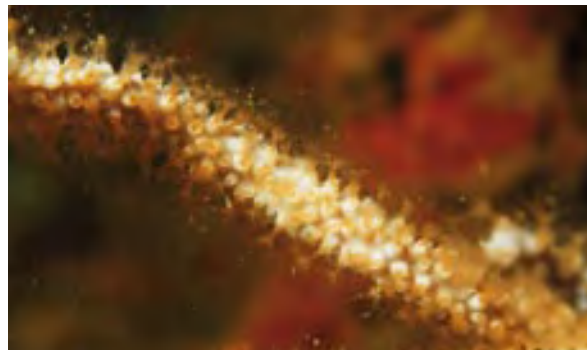


*Clavularia* sp. © OCEANA/ Juan Cuetos

*Astroides calycularis*, *Polycyathus muelleriae*, *Phyllangia mouchezii* u *Hoplangia durotrix*.

No hay que olvidar tampoco que el pequeño tamaño de algunas colonias de estoloníferos y alcyonáceos, hace que pasen desapercibidas, pero la abundancia de individuos puede ser considerable, generando micro-habitats. Este es el caso de *Clavularia* sp., *Cornularia* sp., o *Maasella edwardsi*.

Aunque la imagen general que tenemos de los corales son las grandes colonias que forman, hay numerosas especies que han decidido vivir en solitario o en pequeños grupos.



Gorgonia blanca (*Eunicella singularis*) con cálices muy abultados  
© OCEANA/ Juan Cuetos

Los antozoos solitarios pueden presentarse viviendo dentro de otros hábitats creados por otros corales, como algunas especies de profundidad que suelen darse dentro de los arrecifes de corales de aguas frías. En el Mediterráneo este es el caso de especies como *Desmophyllum cristagalli* o *Stenocyathus vermiformis*<sup>7</sup>.

Todas las anémonas, aunque algunas pueden generar hábitats por la alta densidad en que se encuentran, viven aisladas o en pequeñas colonias. Lo mismo ocurre con muchos de los corales verdaderos de las familias bala-nophyllidae y caryophyllidae.

Una alternativa que utilizan algunos corales es ocupar las estructuras formadas por otros antozoos. De esta manera, tanto el coral blando *Parerythropodium coralloides*, como el falso coral negro (*Gerardia savaglia*), aunque pueden formar por sí mismos formas arborescentes, en ocasiones suelen invadir otras colonias de gorgonias y cubrirlas parcial o completamente.

Algunas especies de corales también pueden presentar distintos aspectos, según las condiciones del medio en el que se desarrollen.

Aunque *Cladocora caespitosa* tiene este nombre porque, habitualmente, se presenta en formaciones rastreras (tipo “césped”) o en pequeñas almohadillas, cuando el hidrodinamismo es bajo puede tener formas arbustivas. La gorgonia blanca (*Eunicella singula-*



*Maasella edwardsii* © OCEANA/ Juan Cuetos

ris) o la amarilla (*Eunicella cavolini*), también puede presentar aspectos muy diferentes dependiendo del hidrodinamismo<sup>8</sup>. Mientras que algunas apenas están ramificadas y sus ramas se presentan en un solo plano, en otras ocasiones pueden tener un aspecto más arbustivo. Incluso sus escleritos se pueden ver modificados<sup>9</sup>.

### Esqueletos para todos los gustos

El esqueleto de los corales duros (escleractinios) es de carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ) cristalizado en forma de aragonito<sup>10</sup>, al igual que ocurre en la concha de muchos moluscos, si bien en casos excepcionales o con químicas marinas diferentes, se ha comprobado que pueden substituir el aragonito por calcita<sup>11</sup>.

Esta tasa de mineralización del carbonato cálcico disuelto en el agua que se produce en los corales es en algunas especies optimi-

*Cerianthus membranaceus* © OCEANA/ Juan Cuetos



zada por las algas simbiotes (zooxantelas) que viven en sus tejidos<sup>12</sup>.

Pero otros corales utilizan compuestos de proteínas, carbohidratos y alógenos como la gorgonina para configurar un esqueleto córneo<sup>13</sup>, en ocasiones junto con espículas calcáreas, algo frecuente en los octocorales. Es de menor dureza que en los escleractinios, lo que hace que sus estructuras puedan tener flexibilidad. Algunos octocorales han decidido buscar un método intermedio, y han substituido la gorgonina por carbonato cálcico, al estilo de los escleractinios, para tener una estructura más rígida, como es el caso del coral rojo (*Corallium rubrum*).

Y también los hay con esqueleto blando, como las anémonas y zoantarios. O los que en lugar de esqueleto han preferido construir un tubo por medio de cápsulas urticantes (pticocistos) y un mucus que segrega el pólipo y que compacta arena y otras partículas<sup>14</sup>, de igual forma que algunos gusanos poliquetos.

### En contacto

Cuando los pólipos viven en colonias, tienen que buscar formas para coordinarse. En el caso de gorgonias y otros octocorales que viven en formas arborescentes, los pólipos están comunicados interiormente por medio de tejidos vivos, como la cenenquima, además de tener intercomunicadas sus cavidades gastrovasculares por medio de canales y tubos.

Pero si hay una forma llamativa de mantenerse en contacto es la que tienen los corales estoloníferos. Se trata de pólipos simples que se encuentran unidos por estolones provistos de canales internos que los mantienen en continuo contacto. Cuando se toca uno de los pólipos o sus estolones, todos los animales se retraen al mismo tiempo dentro de su caliz.

# 03.

## Especies de corales en el Mediterráneo

Madrépora mediterránea (*Cladocora caespitosa*) © OCEANA/ Juan Cuetos



Más de 200 especies de corales (de las 5.600 descritas en todo el mundo y de 500 en Europa) viven en el Mediterráneo, Algunas son especies endémicas de este mar, mientras que otras pueden tener una distribución Atlántico subtropical y templada, también las hay que son más habituales en zonas árticas y algunas especies son cosmopolitas.

Especies de antozoos que se encuentran en el Mediterráneo:

## OCTOCORALES

### Alcyonacea

#### • Alcyonidae

- Mano de muerto *Alcyonium acaule*
- Mano de muerto *Alcyonium palmatum*
- Falsa gorgonia roja *Parerythropodium coralloides*

#### • Paralcyonidae

- Alción marrón *Maasella edwardsi*
- Mano de muerto espinosa *Paralcyonium spinulosum*

### Gorgonacea

#### • Acanthogorgiidae

- Gorgonia armada *Acanthogorgia armata*
- Gorgonia armada delgada *Acanthogorgia hirsuta*

#### • Elliselliidae

- Gorgonia candelabro *Elisella paraplexauroides*
- Gorgonia látigo *Viminella flagellum*

#### • Gorgoniidae

- Gorgonia amarilla *Eunicella cavolini*
- Gorgonia cable *Eunicella filiformis*
- Gorgonia gacela *Eunicella gazella*
- Gorgonia de Senegal *Eunicella labiata*
- Gorgonia blanca *Eunicella singularis*
- Gorgonia verrugosa *Eunicella verrucosa*
- Gorgonia de Guinea *Leptogorgia guineensis*
- Gorgonia portuguesa *Leptogorgia lusitanica*
- Gorgonia sarmiento *Leptogorgia sarmentosa*
- Gorgonia sarmiento amarilla *Leptogorgia viminalis*

#### • Isididae

- Gorgonia articulada *Isidella elongata*

#### • Plexauridae

- Bebryce mollis*
- Echinomuricea klavereni*
- Muriceides lepida*
- Gorgonia roja *Paramuricea clavata*
- Gorgonia de clavos *Paramuricea macrospina*
- Gorgonia coronada *Placogorgia coronata*
- Placogorgia massiliensis*
- Spinimuricea atlantica*
- Spinimuricea klavereni*
- Gorgonia del mar del Norte *Swiftia pallida*
- Villogorgia bebrycoides*

#### • Primnoidea

- Callogorgia verticillata*

#### • Coralliidae

- Coral rojo *Corallium rubrum*

### Pennatulacea

#### • Funiculinidae

- Pluma de mar gigante *Funiculina quadrangularis*

#### • Kophobelemnidae

- Pluma de mar de Koster *Kophobelemnnon stelliferum*
- Kophobelemnnon leucharti*

#### • Veretillidae

- Pluma de mar maza *Cavernularia pusilla*
- Pluma de mar redonda o Veretillo *Veretillum cynomorium*

#### • Pennatulidae

- Pluma de mar *Pennatula aculeata*
- Pluma de mar fosforescente *Pennatula phosphorea*
- Pluma de mar roja *Pennatula rubra*
- Pluma de mar gris *Pteroeides griseum*

#### • Virgularidae

- Pluma de mar esbelta *Virgularia mirabilis*

### Stolonifera

#### • Cornularidae

- Cornucopia *Cornularia cornucopiae*
- Cervera *Cervera atlantica*

#### • Clavulariidae

- Clavularia común *Clavularia crassa*
- Clavularia enana *Clavularia carpediem*
- Clavularia marioni*
- Clavularia ochracea*
- Rolandia coralloides*
- Sarcodyction catenata*
- Scleranthelia microsclera*
- Scleranthelia rugos*

## HEXACORALES

### Actiniaria

#### • Andresiidae

*Andresia parthenopea*

#### • Edwardsiidae

*Edwardsia beautempsii*

*Edwardsia claparedii*

*Edwardsia grubii*

*Edwardsia timida*

*Edwardsiella janthina*

*Edwardsiella carnea*

*Scolanthus callimorphus*

#### • Halcampoididae

*Synhalcampella oustromovi*

*Halcampella endromitata*

*Halcampoides purpurea*

#### • Haloclavidae

*Anemonactis mazeli*

*Mesacmaea mitchelli*

*Mesacmaea stellata*

*Peachia cylindrica*

*Peachia hastata*

#### • Boloceroididae

*Bunodeopsis strumosa*

#### • Actiniidae

*Actinia atrimaculata*

*Actinia cari*

*Actinia cleopatrae*

*Actinia crystallina*

*Actinia depressa*

Tomate de mar *Actinia equina*

Anémona fresa *Actinia fragacea*

*Actinia glandulosa*

*Actinia judaica*

*Actinia mesembryanthemum*

*Actinia phaeochira*

*Actinia rondeletti*

*Actinia rubra*

*Actinia rubripunctata*

*Actinia striata*

*Actinia zebra*

*Anemonia cereus*

Anémona común *Anemonia sulcata*

*Anthopleura ballii*

*Bunodactis rubripunctata*

Anémona verrugosa *Bunodactis verrucosa*

Anémona dorada *Condylactis aurantiaca*

Anémona de brazos gruesos *Cribrinopsis crassa*

Anémona gris *Paranemonia cinerea*

*Paranemonia vouliagmeniensis*

*Pseudactinia melanaster*

#### • Actinostolidae

*Paranthus chromatoderus*

*Paranthus rugosus*

#### • Aiptasiidae Anémonas de cristal

*Aiptasia carnea*

*Aiptasia diaphana*

*Aiptasia saxicola*

Anémona trompeta *Aiptasia mutabilis*

*Aiptasiogeton pellucidus*

#### • Aliciidae

*Alicia costae*

*Alicia Alicia mirabilis*

#### • Aurelianiidae

Anémona imperial *Aureliana heterocera*

#### • Condylothidae

*Segonzactis hartogi*

*Segonzactis platypus*

#### • Diadumenidae

Anémona anaranjada *Diadumene cincta*

*Haliplanella lineata*

#### • Hormathiidae

*Actinauge richardi*

Anémona capa *Adamsia carciniopados*

*Amphianthus crassus*

Anémona de las gorgonias *Amphianthus dohrnii*

Anémona parásita *Calliactis parasitica*

*Hormathia alba*

*Hormathia digitata*

*Hormathia coronata*

*Hormathia nodosa*

*Paracalliactis lacazei*

*Paracalliactis robusta*

#### • Isophellidae

Anémona palo de golf *Telmatactis cricoides*

Anémona nadadora *Telmatactis forskalii*

*Telmatactis solidago*

#### • Metridiidae

Anémona plumosa *Metridium senile*

#### • Phymanthidae

*Phymanthus pulcher*

#### • Sagartiidae

*Actinothoe clavata*

*Actinothoe sphyrodeta*

Anémona margarita *Cereus pedunculatus*

*Kadophellia bathyalis*

*Octophellia timida*

*Sagartia elegans*

*Sagartia troglodytes*

*Sagartiogeton entellae*

*Sagartiogeton undatus*

#### • Gonactiniidae

*Gonactinia prolifera*

*Protanthea simplex*

## HEXACORALES (continuación)

### Corallimorpharia

#### - Corallimorphidae

Anémona joya mediterránea *Corynactis mediterranea*

Anémona joya *Corynactis viridis*

#### - Sideractiidae

*Sideractis glacialis*

### Scleractinia

#### - Caryophyllidae

Coral clavel *Caryophyllia calveri*

Coral clavel *Caryophyllia cyathus*

Coral clavel *Caryophyllia inornata*

Coral clavel *Caryophyllia smithii*

*Ceratotrochus magnaghii*

*Coenocyathus anthophyllites*

*Coenocyathus cylindricus*

*Desmophyllum cristagalli*

*Hoplangia durotrix*

Coral de cristal *Lophelia pertusa*

*Paracyathus pulchellus*

*Sphenotrochus andrewianus*

*Polycyathus muelleriae*

*Pourtalesmilia anthophyllites*

*Phyllangia mouchezii*

*Thalamophyllia gastii*

#### - Faviidae

Madrépora mediterránea *Cladocora caespitosa*

*Cladocora debilis*

#### - Flabellidae

*Javania cailleti*

*Monomyces pygmaea*

#### - Guyniidae

*Guynia annulata*

*Stenocyathus vermiformis*

#### - Dendrophylliidae

Coral anaranjado *Astroides calycularis*

Coral taza *Balanophyllia cellulosa*

Coral taza *Balanophyllia europaea*

Coral taza *Balanophyllia regia*

*Cladopsammia rolandi*

Coral árbol *Dendrophyllia cornigera*

Coral árbol *Dendrophyllia ramea*

Coral amarillo *Leptopsammia pruvoti*

#### - Oculinidae

Madrépora blanca *Madrepora oculata*

*Oculina patagonica*

#### - Pocilloporiidae

Coral dedo *Madracis pharensis*

### Zoanthidea

#### - Epizoanthidae

Zoántido marrón *Epizoanthus arenaceus*

*Epizoanthis frenzeli*

*Epizoanthus incrustans*

*Epizoanthus mediterraneus*

*Epizoanthus paguricola*

*Epizoanthus paxi*

*Epizoanthus steueri*

*Epizoanthus tergestinus*

*Epizoanthus univittatus*

*Epizoanthus vagus*

*Epizoanthus vatovai*

#### - Parazoanthidae

*Gerardia lamarcki*

Falso coral negro *Gerardia savaglia*

Anémona incrustante amarilla *Parazoanthus axinellae*

#### - Zoanthidae

*Palythoa axinellae*

*Palythoa marioni*

*Zoanthus lobatus*

### Antipatharia

*Antipathes dichotoma mediterranea*

*Antipathes gracilis fragilis*

*Antipathes subpinnata*

*Bathypathes patula*

*Leiopathes glaberrima*

*Parantipathes larix*

### Ceriantharia

Anémona tubo mediterránea *Cerianthula mediterranea*

Anémona tubo menor *Cerianthus lloydii*

Anémona tubo fuegos artificiales *Cerianthus membranaceus*

Anémona tubo de Dohrn *Pachycerianthus dohrni*

*Pachycerianthus solitarius*

*Arachnantus nocturnus*

Anémona tubo enana *Arachnantus oligopodus*





## Evolución de los corales en el Mediterráneo

Hace seis millones de años, durante el final del Mioceno (Messiniense) aún quedaban algunos restos de arrecifes de coral de los géneros *Porites*, *Tarbellastrea*, *Siderastrea*, *Plesiastraea*, *Favites*, *Stylophora* o *Acanthastrea* en algunas zonas del Mediterráneo<sup>15</sup>. Algunos de ellos permanecen como fósiles aún sumergidos (caso de Alborán) y otros se encuentran actualmente por encima del nivel del mar o a caballo entre ambos ambientes, como en los casos de Cap Blanc (Mallorca)<sup>16</sup> o el golfo de Antalya y las montañas Taurides del sudoeste de Turquía<sup>17</sup>, por poner ejemplos de ambos lados del Mediterráneo.

Durante la crisis salina del Mesiniense, el mar Mediterráneo sufrió uno de los cambios más drásticos, provocando la extinción de múltiples especies y de sus arrecifes de coral<sup>18</sup>. Al abrirse de nuevo el estrecho de Gibraltar y provocar la enorme cascada que rellenó el Mediterráneo, los arrecifes ya no se instalaron de nuevo, pero se generaron otras formas coralinas de gran diversidad para este mar.

Y es que la presencia de corales y arrecifes de coral en el Mediterráneo se retrae a mucho tiempo antes. Estas formaciones han estado presentes durante el Paleoceno y el Eoceno<sup>19</sup>, si bien se han encontrado formaciones coralinas muy anteriores, incluso del Triásico, momento en el que el mar Mediterráneo formaba parte del inmenso y antiguo mar de Tethys hace más de 200 millones de años. Entre ellas, también las italianas de Zorzino<sup>20</sup>.

El arrecife con corales más antiguo que se ha descubierto en la actualidad es el del estado de Vermont en Estados Unidos, con unos 450 millones de años<sup>21</sup>. Pero este arrecife no

puede ser considerado como un “arrecife de coral” tal y como lo concebimos hoy en día, ya que aunque algunos corales hayan sido parte de su formación, no ha sido creado principalmente por corales, y tampoco forma el importante ecosistema de complejas relaciones entre el hábitat que estos crean y

muchos otros organismos que dependen o interaccionan con él. De hecho, el arrecife de coral “moderno” de mayor antigüedad que se conoce tal vez sea el hallado en el monte Bolca de Italia<sup>22</sup>, perteneciente al Eoceno, en el cual sí se aprecian comunidades de peces -incluyendo por primera vez herbívoros-,

	Eón	Era		Sistema Periodo	Serie Época	Pisos	Edad (Millones de años)
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Terciario	Neógeno	Holoceno		
					Pleistoceno	Superior	0,115
						Medio	0,126
						Inferior	0,781
					Plioceno	Gelasiano	1,806
						Piacenziano	2,588
		Zancleiano				3,600	
		Mioceno			Messiniano	5,332	
					Tortoniano	7,246	
					Serravalliano	11,608	
					Langhiano	13,650	
					Burdigaliano	15,970	
				Aquitano	20,430		
		Paleógeno		Oligoceno	Chattiano	23,030	
					Rupeliano	28,4	
				Eoceno	Priaboniano	33,9	
					Bartoniano	37,2	
					Luteciano	40,4	
					Ypresiano	48,6	
				Paleoceno	Thanetiano	55,8	
					Selandiano	58,7	
	Daniano		61,7				
	Maastrichtiano		65,5				
	Campaniano		70,6				
	Santoniano		83,5				
	Cretácico	Superior	Coniaciano	89,3			
			Turoniano	93,5			
			Cenomaniano	99,6			
			Albiano	112,0			
			Aptiano	125,0			
			Barremiano	130,0			
		Inferior	Hauteriviano	136,4			
			Valanginiano	140,2			
			Berriasiano	145,5			
			Titoniano	150,8			
			Kimmeridgiano	155,0			
			Oxfordiano	161,2			
	Jurásico	Medio	Calloviano	164,7			
			Bathoniano	167,7			
			Bajociano	171,6			
		Inferior	Aaleniano	175,6			
			Toarciano	183,0			
Pliensbachiano			189,6				
Triásico	Superior	Sinemuriano	196,5				
		Hettangiano	199,6				
		Rético	203,6				
	Medio	Nórico	216,5				
		Cárnico	228,0				
		Ladiniano	237,0				
	Inferior	Anisico	245,0				
		Olenekiano	249,7				
		Induano	251,0				

y otros organismos interaccionando con un arrecife de construcción coralina. Para algunos autores, existe un cambio en la estructura ecológica de los arrecifes de coral en el paso entre el Mesozoico y el Cenozoico<sup>23</sup>, hace 65 millones de años, momento en el que el Mediterráneo iba a quedar aislado de la zona Indo-Pacífica al formarse la península arábiga.

Los arrecifes de coral del Eoceno y las comunidades faunísticas que albergaban muestran una gran similitud con los encontrados hoy en día en el Indo-Pacífico, si bien algunas de las comunidades de peces parecen más semejantes a las del Atlántico tropical<sup>24</sup>.

Del mismo modo que el Mediterráneo parece presentarse como una de las zonas de surgimiento e irradiación de los arrecifes de corales tropicales modernos, los arrecifes de aguas profundas o de corales de aguas frías también pudieran tener su origen en este mar.

Los fósiles de arrecifes de corales de profundidad formados por especies como *Lophelia pertusa*, *Madrepora oculata* y *Desmophyllum dianthus* encontrados en el Mediterráneo se remontan a finales del Plioceno y principios del Pleistoceno<sup>25</sup> (1,8 millones de años), lo que los convierte en los más antiguos detectados hasta la actualidad<sup>26</sup>.

Parece que, coincidiendo con el inicio del Mioceno, muchos de estos arrecifes sufrieron una severa disminución y, actualmente, sólo se han encontrado especímenes vivos en unas pocas zonas de este mar, como el este del mar Jónico<sup>27</sup>, mientras que su distribución en el Atlántico cubre ambos márgenes del Hemisferio Norte<sup>28</sup>.

Diversos científicos han apuntado la posibilidad de que, a través del agua saliente del Mediterráneo (conocida por sus siglas en inglés MOW –Mediterranean Outflow Water–),

larvas de estas especies invadieran las aguas atlánticas permitiendo su propagación por todo el Océano<sup>29</sup>. Como ya ha sido indicado por Oceana<sup>30</sup> y otros autores, algunos de los principales arrecifes de corales de aguas profundas en el Atlántico Oriental se encuentran en el camino del flujo del agua salina procedente del Mediterráneo al salir a través del estrecho de Gibraltar.

Por otra parte, el coral madreporario endémico del Mediterráneo *Cladocora caespitosa*, también ha vivido en este mar durante largo tiempo. Se conocen arrecifes que datan del Plioceno y perduraron a través del Pleistoceno y Holoceno hasta nuestros días<sup>31</sup>. Si bien, los arrecifes actuales solo son una pequeña muestra de lo que fueron antaño. La madrepora mediterránea se encuentra en progresiva regresión.

#### Corales exclusivos y corales importados



*Oculina patagonica* © OCEANA/ Juan Cuetos

Pero el Mediterráneo parece que no sólo ha “exportado” especies y arrecifes; en las últimas décadas, algunas especies de corales alóctonas se han asentado en aguas mediterráneas. Así, por ejemplo, la anémona *Haliplanella lineata*, y posiblemente el coral colonial *Oculina patagonica*.

El coral colonial *Oculina patagonica* ha sido tradicionalmente considerado una especie introducida en el Mediterráneo<sup>32</sup>.

Los primeros hallazgos de *Oculina patagonica* se dieron en 1966 en Savona (golfo de Génova, Italia)<sup>33</sup>. En la actualidad se encuentra ampliamente distribuida en el Mediterráneo, especialmente en áreas entre Italia, Francia y España<sup>34</sup>, pero también existe un segundo foco en aguas del Mediterráneo oriental, entre Egipto, Israel, Líbano<sup>35</sup> y Turquía<sup>36</sup>.

Hoy en día, no todos los científicos están de acuerdo con la aloctonicidad de esta especie. Al menos, consideran que no existen pruebas suficientes como para excluir a este coral del listado de especies mediterráneas. Los únicos datos extra-mediterráneos sobre este coral proceden de yacimientos con restos subfósiles del Terciario del sur de Argentina<sup>37</sup>; de ahí su nombre. Pero no existe ningún registro de la existencia de este escleractinio vivo en la actualidad, ni en los últimos siglos.

Son muchas las preguntas que se generan con esta especie ¿Cuándo y cómo se introdujo esta especie en el Mediterráneo? ¿Puede ser una especie relictada del Terciario? ¿Es realmente *Oculina patagonica* la especie que se encuentra en el Mediterráneo? ¿Exis-

ten colonias vivas de *Oculina patagonica* en Sudamérica que no han sido descubiertas? Muchas de estas preguntas aún no tienen respuesta.

*Haliplanella lineata* es una especie originaria del Pacífico que se cree que se introdujo en el siglo XIX<sup>38</sup> en aguas atlánticas europeas posiblemente a través de los cascos de los buques<sup>39</sup> y en 1971 fue descubierta por primera vez en aguas mediterráneas de Córcega<sup>40</sup>.

El Mediterráneo también alberga corales endémicos. Algunas especies son características de sus aguas aunque pueden hallarse en zonas circundantes. Tal es el caso de la gorgonia roja (*Paramuricea clavata*) que muy posiblemente llegue hasta las islas Berlengas en Portugal y, como indicó Oceana, se da en las importantes montañas submarinas de Gorringe<sup>41</sup>.

Otras especies endémicas del Mediterráneo pero que pueden encontrarse también en aguas circundantes son *Leptogorgia sarmen-tosa*, *Maasella edwardsi*, *Actinia striata*, *Astroides calycularis*, *Balanophylla europaea*, *Cribrinopsis crassa*, *Cladocora caespitosa*, *Phymanthus pulcher* o *Corallium rubrum*.



# 04.

## El hábitat de los corales y los corales como hábitat



Las formas en las que se congregan los corales dan lugar a la creación de diferentes tipos de hábitats marinos o a la participación en otros. Entre los más destacables en el Mediterráneo podemos mencionar:

### Arrecifes de coral

Como se ha indicado anteriormente, el Mediterráneo carece actualmente de arrecifes de coral de grandes dimensiones. Sólo las bioconstrucciones formadas por algunas especies pueden ser catalogadas como tales.

En el Mediterráneo sólo unas pocas especies pertenecen a los escleractinios o madreporarios, el tipo de corales que forman los grandes arrecifes tropicales. Aún así, la mayoría de ellos se presentan en pequeñas colonias o de forma solitaria (o siendo parte de arrecifes creados por otras especies). Entre ellos, y en las aguas infralitorales y circalitorales, destaca la madrepora mediterránea (*Cladocora caespitosa*), una especie que sólo se encuentra en el Mediterráneo y aguas atlánticas adyacentes. Puede crear grandes colonias de hasta 4 metros de diámetro, pero normalmente se presenta en colonias más pequeñas, de varios cientos de pólipos. En algunos lugares del Mediterráneo pueden ocupar extensiones importantes, éste es el caso de distintos arrecifes del Mediterráneo occidental, como el lago costero de Veliko jezero en Croacia, que abarca unos 650 metros cuadrados entre los 4 y 18 metros de profundidad<sup>42</sup>. *Oculina patagonica* también puede formar densas colonias y ocupar importantes áreas del lecho marino en zonas bien iluminadas.

El otro arrecife existente en el Mediterráneo es el formado por los corales de aguas frías o de profundidad, fundamentalmente originado por el coral de cristal (*Lophelia pertusa*) y la madrepora blanca (*Madrepora oculata*). Este arrecife también se distribuye por amplias zonas del Atlántico Norte y puede generar

un ecosistema en el que se congregan hasta más de 800 especies diferentes, incluyendo otros corales y gorgonias de profundidad. En el Atlántico se han encontrado arrecifes que pueden extenderse por varias decenas de kilómetros y alcanzar los 30 metros de altura<sup>43</sup>, abarcando un rango de profundidades amplísimo, entre los 40 y más de 3.000 metros<sup>44</sup>.



Madrepora mediterránea (*Cladocora caespitosa*)  
© OCEANA/ Thierry Lanoy

Hoy en día estos arrecifes de aguas profundas son escasos en el Mediterráneo. La mayoría de los hallazgos realizados son de corales fósiles o subfósiles, si bien recientemente se han encontrado algunos pólipos vivos en distintas localidades. La más importante se encuentra en Santa María di Leuca (Italia), en el mar Jónico, donde ambas especies aparecen junto con otros corales de profundidad, como *Desmophyllum dianthus* y *Stenocyathus vermiformis* en profundidades que van entre los 300 y los 1.200 metros, pudiendo ocupar una extensión de más de 400 kilómetros cuadrados<sup>45</sup>. Otras concentraciones de corales de profundidades se han hallado en los cañones de Palamós y Cap de Creus (España).

En ambos tipos de arrecifes, la temperatura y disponibilidad de alimento parecen ser los factores más limitantes de su distribución, así

como la salinidad, la topografía, el sustrato del fondo marino o la intensidad lumínica para las especies zooxanteladas<sup>46</sup>, sin olvidar el impacto de algunas actividades humanas, como la pesca de arrastre, que, en algunas zonas, ha relegado a estas formaciones hasta las zonas menos accesibles, como cañones y barrancos.

En corales de profundidad se presenta la hipótesis de que el asentamiento y crecimiento de un arrecife o colonia se ve influenciado por parámetros oceanográficos y paleoambientales, y se cree que la actividad microbiana en las filtraciones de hidrocarburos al formar carbonatos puede facilitar su crecimiento<sup>47</sup>.

### Coralígeno

Pese a su nombre, las especies predominantes que forman este importante ecosistema no son corales, sino algas coralináceas. No obstante, uno de los representantes más

característicos de estas formaciones son las gorgonias, que actúan a modo de “grandes árboles”. Este ecosistema es típico del Mediterráneo<sup>48</sup>, aunque se pueden encontrar formaciones similares en otras zonas, incluyendo el Atlántico.

Algunos investigadores han llegado a diferenciar hasta 5 tipos de coralígeno<sup>49</sup>. En todos ellos, están presentes los corales. Se han contabilizado hasta 44 especies diferentes en este ecosistema<sup>50</sup>. Algunas de las más representativas son las gorgonias (*Paramuricea clavata*, *Eunicella cavolinii*, *E. singularis*, *E. verrucosa*, etc.), pero también otros octocorales, como el coral rojo (*Corallium rubrum*), las manos de muerto (*Alcyonium* sp.), zoantidos como la anémona colonial anaranjada (*Parazoanthus axinellae*) o hexacorales como el coral amarillo (*Leptosamnia pruvotii*), el coral anaranjado (*Astroides calycularis*), etc.



*Eunicella verrucosa* entre *Astroides calycularis* y *Paramuricea clavata* © OCEANA/ Juan Cuetos

La contribución de gorgonias y corales al coralígeno es importante, fijando e incorporando sedimentos<sup>51</sup>, produciendo carbonato cálcico<sup>52</sup>, generando una gran biomasa<sup>53</sup> o facilitando sustrato para el asentamiento de epibiontes<sup>54</sup>.

A este respecto, las grandes gorgonias suelen ser colonizadas por multitud de organismos como briozoos (*Pentapora fascialis* o *Turbicellepora avicularis*), hidrozoos (*Eundendrinum* sp., *Sertularella* sp.) o esponjas (*Dysidea* sp., *Hemimycale columella*). También sirven como lugar donde despositan sus huevos diferentes especies, como las pintarrojás (*Scylliorhinus canicula*), según ha podido comprobar Oceana y otros investigadores<sup>55</sup> en ejemplares de *Paramuricea clavata* y *Eunicella cavolinii* en Portofino y otras zonas del Mediterráneo.

### Grandes concentraciones de anémonas

Hay diferentes antozoos que se dan habitualmente en grandes colonias, como puede ser el caso de las anémonas joya (*Corynactis viridis*) o las anémonas incrustantes anaran-



Colonia de *Aiptasia mutabilis* entre la esponja *Ircinia variabilis*  
© OCEANA/ Juan Cuetos

jadas (*Parazoanthus axinellae*), pero existen anémonas verdaderas (actiniarios) que, aunque normalmente se den de forma aislada o en pequeños grupos, en ocasiones pueden congregarse en grandes colonias, dando lugar a hábitats únicos. Así, en el Mediterráneo es posible encontrar estas facies en especies como *Anemonia sulcata* y *Aiptasia mutabilis*.

En el caso de *Anemonia sulcata*, Oceana ha documentado importantes concentraciones de esta especie, frecuentemente asociadas a bosques de algas pardas, como los quelpos *Saccorhiza polyschides* y *Laminaria ochroleuca*.

Facies de *Anemonia sulcata* © OCEANA/ Juan Cuetos





Concentraciones de estas características ya habían sido documentadas anteriormente por algunos investigadores en fondos de algunas reservas marinas, como Columbretes<sup>56</sup> o Alborán<sup>57</sup>.

*Aiptasia mutabilis*, aunque suele aparecer aislada o en pequeños grupos, ha sido detectada en grandes concentraciones en compañía de poríferos, como *Ircinia variabilis*, o en zonas rocosas entre praderas de fanerógamas marinas.



*Phyllangia mouchezii* © OCEANA/ Juan Cuetos

### Sobre rocas, paredes y sustratos duros

La capacidad para fijarse sobre diferentes sustratos hace de los corales grandes colonizadores, incluso sobre rocas y paredes con fuerte pendiente. Las paredes, cantiles y rocas elevadas son uno de los lugares favoritos de muchas especies de corales. Estos lugares privilegiados les proporciona un sitio donde poder filtrar el agua llena de plancton que suele levantarse en estas zonas o es llevada aquí por las corrientes.

Algunas especies son auténticas especialistas a la hora de formar densas colonias recubrientes en sustratos verticales. Las anémonas joya (*Corynactis* sp.) o la anémona

colonial anaranjada (*Parazoanthus axinellae*) pueden ocupar amplias zonas de paredes submarinas. Pero también participan de esta estrategia ocupacional algunos hexacorales. Unos lo hacen en grandes colonias, como el coral anaranjado (*Astroides calycularis*) o los corales dedo (*Madracis pherensis*), y otros de forma aislada pero llegando a ser numerosos, como el coral amarillo (*Leptosamnia pruvotii*) o diversos corales dendrofilidos y cariofilidos. Respecto a estos corales, algunas especies coloniales, como *Polycyathus muelleri* o *Phyllangia mouchezii* pueden recubrir rocas enteras.

Otros sustratos duros, como fondos de cascajos, pequeñas rocas y piedras, también pueden servir de asentamiento. Esta es la elección de muchas anémonas, como *Diadumene cincta*, *Anemonia melanaster*, *Metridium senile*, etc<sup>58</sup>.

Algunas especies han aprovechado al máximo las estructuras duras que encuentran en los fondos marinos, ya sean naturales o artificiales. Los pequeños zoántidos (*Epizoanthus* sp.) colonizan casi cualquier sustrato que puedan encontrar a su alrededor: piedras, conchas, esqueletos de corales, botellas, sedales, cables, etc.



Sobrecrecimiento en *Elisella paraplexauroides*  
© OCEANA/ Juan Cuetos



*Eunicella cavolini*, *Paramuricea clavata* y *Leptosamnia pruvoti* en cueva © OCEANA/ Carlos Suárez

### En cuevas y grietas

No a todos los corales les gusta la luz, por lo que algunos buscan cuevas y oquedades donde desarrollarse. Algunas especies se han especializado en estos hábitats umbríos, otros los han sumado a su amplio rango de distribución, y hay a los que no les ha quedado más remedio que vivir allí como último refugio a causa de la sobreexplotación comercial en zonas más expuestas y accesibles.

Hasta cuanto conocemos hoy en día, no existen antozoos exclusivos de cuevas, si bien algunos sí se han especializado más en hábitats de estas características. Entre ellos están muchas especies de dendroflidos, ya que la



mayoría de las especies que configuran esta familia no tiene algas simbiotas y, por tanto, no precisa de luz. Uno de estos corales de lugares oscuros es el coral clavel enano (*Caryophyllia inornata*) frecuente en cuevas y bajo saledizos<sup>59</sup>. Otras especies mencionadas en paredes y rocas, como *Polycyathus muelleriae*, *Parazoanthus axinellae* o *Leptosamnia pruvoti* también son corrientes en estos hábitats<sup>60</sup>.



*Polycyathus muelleriae* © OCEANA/ Juan Cuetos

Pero muchos corales pueden simultanear zonas umbrías en cuevas y grietas con zonas más abiertas. La anémona *Halcampoides purpurea*<sup>61</sup> vive en cuevas, pero también en fondo arenosos y de cascajos. Muchas anémonas margarita, como *Sagartia elegans* o *S. troglodytes*, aunque no exclusivas de estos hábitats, también son normales en estas oquedades. Una especie que antes tenía mayor rango de distribución y que ahora en muchos lugares ha quedado circunscrita a cuevas, grietas y bajo saledizos, es el coral rojo (*Corallium rubrum*), que ha sido fuertemente explotado en lugares más expuestos y es de fácil acceso a artes de pesca, submarinistas y robots.



Anémona dorada (*Condylactis aurantiaca*) © OCEANA/ Juan Cuetos

### Sobre fangos y fondos arenosos

Los desiertos marinos, o fondos de sedimentos finos, como arenas y fango, suelen ser más exigentes a la hora de permitir el asentamiento de antozoos. No obstante, no son pocas las especies que han colonizado estos terrenos en los que la estrategia para desarrollarse tiene que tener en cuenta que se hallan sobre un sustrato blando, en muchos casos cambiante, donde los sistemas para anclarse deben ser diferentes o inexistentes.

Algunas especies altamente especializadas en estos fondos son las plumas de mar *Funiculina quadrangularis*, *Virgularia mirabilis*, *Pennatula* spp., *Kophobelemnion stelliferum*, etc. Son habitantes comunes de los desiertos marinos y en ocasiones pueden formar al-

tas concentraciones. En aguas europeas atlánticas se han encontrado densidades<sup>62</sup> de hasta 10 individuos de *Virgularia mirabilis* por m<sup>2</sup>, convirtiendo estos lugares en auténticos bosques de plumas de mar.

Muchas especies entierran parte de su esqueleto en el sustrato blando para poder fijarse e, incluso, pueden retraerse totalmente dentro de la arena o fango, como en algunas plumas de mar o la anémona *Anemonactis mazeli*. *Cerianthus membranaceus*, puede hundir su tubo hasta 1 metro en el sustrato, mostrando sólo los tentáculos asomando por el extremo superior<sup>63</sup>. Oceana ha podido comprobar la presencia de esta especie en comunidades mixtas con crinoideos (*Leptometra phallangium*) y erizos lápiz (*Stylocidaris affinis*) en fondos arenosos por debajo de los 80 metros.

Otra especie característica de estos fondos, pero en profundidades superiores a los 200-300 metros, es la gorgonia articulada (*Isidella elongata*), dando lugar a un hábitat de importancia para crustáceos.

La anémona dorada (*Condylactis aurantiaca*) sólo aparece en fondos de arena<sup>64</sup>, pero sin adentrarse mucho en los desiertos, pues prefiere los espacios arenosos cercanos a zonas rocosas. Otras anémonas que también tienen preferencias similares son *Cereus pedunculatus*, *Peachia cylindrica*, *Andresia partenopea*, etc.

Hay corales que simplemente se depositan sobre el sustrato sin ningún tipo de fijación, como *Sphenotrochus andrewianus*, una especie del infralitoral y circalitoral.



Cangrejo ermitaño (*Dardanus* sp.) con *Calliactis parasitica* © OCEANA/ Juan Cuetos



Mano de muerto (*Alcyonium palmatum*) © OCEANA/ Juan Cuertos

## En aguas someras y en grandes profundidades

Las condiciones de poca luminosidad o de oscuridad absoluta también son codiciadas por algunas especies. Salvo en especies que viven en simbiosis con zooxantelas, los corales son animales de hábitos esciáfilos: es decir, prefieren zonas sombrías o incluso sin luz. Y es que, pese a que los más conocidos son los de aguas superficiales, la mayoría de los corales en todo el mundo se desarrollan por debajo de la zona fótica o de entrada óptima de luz. De hecho, 2/3 de todas las especies de coral conocidas viven en zonas oscuras y frías<sup>65</sup>. Los corales de aguas profundas, pueden vivir hasta en 6.000 metros de profundidad, aunque la mayoría lo hace entre los 500 y los 2.000 metros<sup>66</sup>.

El Mediterráneo es un buen ejemplo para comprobar esta “fobia” a la luz. La oligotrofia de las aguas mediterráneas hace que, especies que pueblan zonas someras en lugares donde la turbidez es mayor, en este mar no empiecen a desarrollarse hasta más allá de los 30 ó 40 metros, cuando la luz ya ha sido suficientemente filtrada y tamizada por la columna de agua. Incluso dentro del Mediterráneo, la distribución de especies como la gorgonia roja (*Paramuricea clavata*) se ve

fuertemente influenciada por la claridad de las aguas<sup>67</sup>. De ese modo en las Islas Baleares, una de las zonas más pobres en nutrientes del Mediterráneo y, por tanto, con menor turbidez del agua, esta especie no es observada por encima de los 30 metros<sup>68</sup>, mientras que en el Golfo de León y Mar de Liguria no es extraño observarla a apenas 15 metros.

Es conocido que algunas especies pueden incluso pasar parte del día fuera del agua en las zonas intermareales o en pozas de marea<sup>69</sup>, como el tomate de mar (*Actinia equina*). Para evitar la desecación y la alta salinidad, retrae sus tentáculos con objeto de reducir la superficie expuesta al aire, al tiempo que almacena agua en su interior.

Para especies compuestas en un 80%-90% de agua y, por tanto, con un bajo contenido en gases<sup>70</sup>, el reto de la resistencia a la presión en grandes profundidades marina es menor, lo que les permite colonizar zonas abisales a más de 3.000 metros de profundidad.

No obstante, tampoco faltan las especies que buscan la luz, en muchos casos para que sus zooxantelas puedan hacer la fotosíntesis. *Cladocora caespitosa* se encuentra principalmente en fondos iluminados o ligeramente sombríos, pero también se han encontrado algunas colonias en aguas profundas. Se ha comprobado que las temperaturas relativamente altas del agua también optimizan su calcificación, por lo que se hallan en aguas con temperaturas entre los 11°C y 25°C, mientras que si la temperatura es superior a 28 grados pierden sus zooxantelas y se blanquean<sup>71</sup>. Pero no todos los corales prefieren aguas cálidas. La temperatura, como vemos y detallaremos más adelante, también es otro factor limitante en la presencia de determinadas especies de coral. Las especies de aguas profundas, como *Lophelia pertusa*, prefieren aguas de menos de 13°C<sup>72</sup>, algo que en el Mediterráneo sólo se encuentra por debajo de los 250-300 metros.

## En aguas sucias

Las aguas sucias tampoco parecen ser un problema para algunas especies de corales. Si bien, la contaminación y turbidez del agua pueden acabar con muchas especies de anémonas, corales y gorgonias, entre los antozoos también se han desarrollado especialistas que aprovechan los ecosistemas deteriorados, como el interior de puertos marinos u otros lugares de aguas no limpias, como las anémonas *Diadumene cincta* o *Aiptasia diaphana*.

Los corales escleractinios suelen ser más exigentes con las condiciones del medio en el que viven, no obstante, también existen algunos que han ocupado nichos más contaminados, como *Oculina patagonica*, que es frecuente en el interior de puertos comerciales.

También las hay que se congregan en las cercanías de lugares de vertidos antrópicos, como las manos de muertos (*Alcyonium* sp.), en especial en las tuberías de aguas residuales, donde la alta cantidad de materia en suspensión propicia un importante flujo de alimento para especies no muy exquisitas.

La facilidad para adecuarse a aguas sucias ha permitido que la anémona exótica *Haliphanella lineata* haya ocupado numerosas zonas costeras del Mediterráneo. Su entrada en aguas de muchos países europeos se realizó a través de los puertos<sup>73</sup>.

## Viviendo a lomos de otro

La plasticidad de los antozoos no ha limitado la distribución de estas especies a hábitats físicos, como rocas, arenas, fangos o restos biológicos (conchas, esqueletos de corales o briozoos) o inorgánicos, etc... Muchas especies han optado por vivir sobre organismos vivos, como fanerógamas, algas o animales. En ocasiones la relación entre antozoos y huéspedes es sólo oportunista y no va más



*Bunodeopsis strumosa* sobre *Cymodocea nodosa*  
© OCEANA/ Juan Cuetos

allá de una relación comensal, pero también hay quienes han optado por una relación más estrecha y simbiótica.

## Sobre algas y fanerógamas

Diversas anémonas, en general de pequeño tamaño, han aprovechado el sustrato que les proporcionan las plantas y algas marinas para sentar allí su base. Especies como *Bunodeopsis strumosa* se encuentra frecuentemente sobre las hojas de fanerógamas marinas como *Posidonia oceanica* o *Cymodocea nodosa*. Gustos similares tienen *Paranemonia cinerea* y *Paractinia striata*; o *Actinia striata*, que es más común en fanerógamas del género *Zostera*.

Otras, como *Gonactinia prolifera*, suelen asentarse sobre algas, e incluso las hay de gran tamaño, como *Anemonia sulcata* que llegan a fijarse sobre los grandes quelpos.



*Anemonia sulcata* sobre el quelpo *Saccorhiza polyschides*  
© OCEANA/ Juan Cuetos



*Gobius xanthecephalus* bajo colonia de *Epizoanthus arenaceus* © OCEANA/ Juan Cuetos

### Sobre fauna

Algunos buscan medios de transporte que les lleven hasta nuevas fuentes de alimento a cambio de proporcionar sus urticantes tentáculos como defensa para su huésped. Las anémonas más comunes en estos menesteres son la anémona del ermitaño (*Calliactis parasitica*), la anémona capa (*Adamsia carcinopados*) y la anémona blanca (*Hormathia alba*) todas ellas frecuentes sobre las conchas de caracolas en las que viven los cangrejos ermitaños (géneros *Pagurus* y *Dardanus*)<sup>74</sup>.

Cuando se trata de llevar a cuevas a ejemplares de las especies *A. carcinopados* y *H. alba*, el número suele ser de una por ermitaño, pero para *C. parasitica*, el límite lo pone la superficie ocupacional sobre la concha del ermitaño y la capacidad del cangrejo para arrastrar peso por el fondo marino. Así, no es raro encontrar 2, 3 ó más anémonas sobre las conchas que transportan estos animales.

Pero también son muchos los ejemplos de antozoos que buscan una sujeción desde la que tener una mejor oportunidad de acceso



*Oculina patagonica* © OCEANA/ Juan Cuetos



*Parazoanthus axinellae* creciendo sobre una esponja del género *Axinella* © OCEANA/ Juan Cuetos

al alimento suspendido en el agua, sin necesidad de ir vagando de un lugar a otro. Y qué mejor si esto se hace desde una zona elevada. Así, la anémona colonia *Parazoanthus axinellae* opta muchas veces por ocupar las estructuras de esponjas arborescentes del género *Axinella*<sup>75</sup>. Otras anémonas han elegido a otros familiares cnidarios como compañeros, así *Amphiantus dohrni* que prefiere el otero que le proporcionan los grandes hidrozooos o algunas gorgonias como *Eunicella verrucosa* o *Isidella elongata*<sup>76</sup>; o *Protanthea simplex* que busca similares resultados sobre los arrecifes de *Lophelia pertusa*<sup>77</sup>.

### En compañía: corales y animales simbiotes/comensales

Los antozoos han originado una gran diversidad de relaciones con otras especies. Algunas de las más conocidas, detalladas anteriormente, son las que mantienen algunas anémonas con los cangrejos ermitaños, o la estrecha convivencia de diversos corales con algas zooxantelas. Este tipo de dinofla-

gelados, que dependen de la intensidad lumínica y la temperatura del agua, pueden ser encontrados en la madrepora mediterránea (*Cladocora caespitosa*)<sup>78</sup>, pero también en la anémona común (*Anemonia viridis*)<sup>79</sup> la anémona gris (*Paranemonia cinerea*)<sup>80</sup>, en el coral dedo (*Madracis pharensis*)<sup>81</sup>, el coral taza mediterráneo (*Balanophyllia europaea*)<sup>82</sup>, etc. También se han encontrado algas simbiotes en *Oculina patagonica*, incluyendo algunas endolíticas del género *Ostreobium* en el esqueleto del coral<sup>83</sup>. Estas microalgas cumplen otras funciones vitales, como proteger a los corales frente al blanqueamiento y la radiación ultravioleta<sup>84</sup>.

Distintas especies de pequeños crustáceos suelen vivir asociados a anémonas. Así ocurre con *Telmatactis cricoides*. En estudios realizados sobre los ejemplares del Atlántico en Madeira e Islas Canarias –que suelen ser de mayor tamaño que los mediterráneos– se estimó que el 86% de ellas vivía en simbiosis con una media de 2-3 quisquillas, en especial de la especie *Thor amboinensis*<sup>85</sup>.

*Phyllangia mouchezii* atrapando una medusa (*Pelagia noctiluca*) © OCEANA/ Juan Cuetos



En el Mediterráneo, las quisquillas que más comúnmente viven en simbiosis con las anémonas son aquellas del género *Periclimenes*, como *P. sagittifer* o *P. amethysteus*. Y suelen hacerlo en grandes ejemplares de *Anemonia sulcata*, *Aiptasia mutabilis*, *Cribrinopsis crassa* y *Condylactis aurantiaca*. Tampoco es extraña la presencia de algunos misidáceos o misídeos, como *Leptomysis lingvura* entre los tentáculos de estas anémonas.

Otros crustáceos, como los cirrípedos balanomorfos, suelen vivir asociados a los corales. Así, por ejemplo, *Megatrema anglicum* suele encontrarse sobre el coral clavel (*Caryophyllia smithii*)<sup>86</sup> o el coral amarillo (*Leptopsammia pruvoti*)<sup>87</sup>, además de en *Hoplangia durotrix* o corales de los géneros *Dendrophyllia* y *Balanophyllia*.

*Anemonia sulcata* es la reina de las relaciones interespecíficas, además de las especies ya mencionadas, esta especie puede dar cobijo entre sus tentáculos a otros crustáceos como el cangrejo aterciopelado (*Pilumnus hirtellus*), la cámara pequeña (*Maja crispata*), o el cangrejo araña (*Inachus phalangium*)<sup>88</sup>; en este caso especialmente a las hembras que son más estacionarias<sup>89</sup>. Pero también es la especie que da lugar al único pez anémona de Mediterráneo; el góbido de la anémona (*Gobius bucchichii*)<sup>90</sup>. Este pez mediterráneo es un góbido, lo que le hace diferente al resto de peces payasos del mundo que pertenecen a la familia Pomacentridae, la cual no existe en el Mediterráneo.

Pero en algunos casos los papeles se invierten y son los antozoos los que parasitan a otras especies o incluso otros antozoos, como hemos indicado anteriormente para *Parazoanthus axinellae* sobre esponjas (*Axinella* sp.); *Epizoanthus arenaceus*, *Calliactis parasitica*, *Adamsia palliata* y *Hormathia alba* sobre ermitaños, o *Parerythropodium coralloides* y *Gerardia savaglia* en gorgonias.



Ascidiás (*Pycnoclavella taureanensis*) sobre *Elisella paraplexauroides* © OCEANA/ Juan Cuetos



# 05.

## La reproducción de los corales



La forma en que los antozoos se reproducen ha sido utilizada desde antiguo como un método para proceder a su clasificación, pero recientes estudios<sup>91</sup> han demostrado que los sistemas que algunas especies buscan para multiplicarse dependen en gran medida de las características de las colonias y de las condiciones ambientales a las que se ven sometidas.

Así, una misma especie puede presentar diferentes formas de reproducción. Si bien en algunas hay algún tipo más característico o que, al menos, ha podido ser constatado en laboratorio o en su medio natural. No obstante las formas en las que los corales se perpetúan es un tema que aún generara mucho debate y es motivo de polémica y de numerosos estudios científicos.

Siguiendo los conocimientos de los que disponemos hasta el momento, podemos hacer las siguientes apreciaciones:

### Sexual y asexual

La reproducción sexual, es decir, aquella en la que es necesaria la participación de machos y hembras, para la producción de huevos (oocitos) y esperma es la que siempre había sido considerada más normal en los antozoos. Además del oviparismo, también se menciona el viviparismo (es decir, que el coral hembra quede “embarazada” por medio de la fecundación interna del ovocito y dé lugar a pólipos que son directamente expulsados al medio).

La asexual o vegetativa es, por el contrario, la que puede generarse de un pólipo aislado y dar lugar a nuevos individuos sin necesidad de la participación del otro género. Así pueden existir colonias (o especies) en las que sólo esté presente uno de los sexos. Por otra parte, la reproducción asexual puede presentar muchas formas. Se han mencionado, entre otras, la gemación, fisión trasversal y

longitudinal, laceración basal, fragmentación, enquistamiento, etc., así como las que son más típicas de la reproducción sexual tales como el oviparismo o el viviparismo por medio de la partenogénesis.

Algunas especies que parecen utilizar prioritariamente la reproducción sexual también pueden optar por la vegetativa en determinadas condiciones de estrés, oportunismo o por el aislamiento de las colonias o de los pólipos.

### Reproducción sincronizada

Una de las formas más espectaculares que existe en la reproducción sexual de los corales es la denominada reproducción sincronizada. Ésta se caracteriza porque diversas colonias de corales (en ocasiones de especies diferentes) sincronizan el periodo en el cual expulsan al medio esperma y huevos. Es una estrategia común en muchos escleractinios de arrecifes de coral<sup>92</sup>, y ha sido encontrada también en zoantidos<sup>93</sup> e incluso en octocorales<sup>94</sup>.

Con la producción masiva de gametos masculinos y femeninos durante un corto periodo de tiempo, se incrementan las posibilidades



Gorgonia roja (*Paramuricea clavata*) y anémonas incrustantes naranjas (*Parazoanthus axinellae*) © OCEANA/ Carlos Suárez

de que la concepción tenga éxito y de que, al menos, un porcentaje suficiente escape a la voracidad de los depredadores.

Más aun, en algunas especies se ha podido comprobar que utilizan estrategias para aumentar las posibilidades de encuentro entre gametos por medio de la producción de sustancias químicas que provoquen la atracción del semen<sup>95</sup>.

En el Mediterráneo este tipo de reproducción se da entre algunas gorgonias, como *Paramuricea clavata*<sup>96</sup> o en corales madreporarios coloniales como *Oculina patagonica*.

En el caso de la gorgonia roja (*P. clavata*), los episodios de sincronización no son únicos y concentrados (es decir, no todas las colonias participan en la reproducción al mismo tiempo), sino que pueden repetirse durante varios meses de primavera y verano, coincidiendo con 3 a 6 días después de las lunas llenas y nuevas<sup>97</sup>.

Se cree que estos episodios pueden dar lugar a híbridos<sup>98</sup>. En arrecifes tropicales se han registrado algunos de estos casos, como para los géneros *Acropora*<sup>99</sup> y *Montanstraea*<sup>100</sup>. En el Mediterráneo, aun no ha sido documentado algo de estas características.

## Ovíparas, vivíparas

Dependiendo de la forma en que los corales se hayan reproducido, estos pueden dar lugar a nuevos pólipos completos, o fases intermedias. La reproducción ovípara, ya sea sexual o asexual, está ampliamente comprobada en distintos antozoos, e igualmente ocurre con el viviparismo.

En la reproducción sexual, la generación de una nueva estirpe puede producirse por medio de la producción de huevos y su posterior fecundación, o bien a través de la fecundación de un ovocito femenino en el interior del pólipo hembra del coral.

En caso de oviparismo, los huevos son fecundados en el exterior del coral. Hay algunas especies que los expulsan al medio, mientras que otras los mantienen pegados a la colonia por medio de un mucus que producen los pólipos. Aquí maduran hasta que salen las larvas y se asientan en las inmediaciones<sup>101</sup>.

En la mayoría de los casos el oviparismo y el viviparismo son resultado de la reproducción sexual, pero se ha comprobado que estos tipos de reproducción pueden también darse asexualmente en algunos corales por medio de la partenogénesis<sup>102</sup>. Este es, en ocasio-



nes, el caso para una especie que puede encontrarse en el Mediterráneo y Atlántico, como es el tomate de mar o anémona roja (*Actinia equina*)<sup>103</sup>.

### Gemación, fisión y laceración

Como indicábamos anteriormente, la reproducción asexual puede dar lugar a diferentes formas de generar nuevos pólipos. Un método ampliamente estudiado es la gemación. Consiste en que el pólipo madre produce un bulto o yema que va creciendo hasta dar lugar a otro pólipo que puede permanecer junto al coral que lo ha originado o es expulsado a mayor distancia para que busque un nuevo asentamiento. Aunque este tipo de reproducción es más común en otros cnidarios, como hidozoos y escifozoos, también ha sido documentada en diversos antozoos<sup>104</sup>.

La fisión es cuando un pólipo da origen a un nuevo pólipo. Puede ser transversal o longitudinal, dependiendo de si el pólipo surge de forma lateral o sobre el otro. La transversal es más frecuente en otros cnidarios, aunque puede darse en antozoos, si bien se cree que se origina excepcionalmente y casi siempre provocada por situaciones estresantes<sup>105</sup>. La fisión lateral es más normal en los corales y de hecho se ha encontrado tanto en octocorales<sup>106</sup> como hexacorales<sup>107</sup>, por ejemplo en la anémona *Haliplanella lineata*<sup>108</sup> que ha invadido el Mediterráneo.

Existe otra forma de reproducción asexual que ha sido comprobada, al menos, en algunas anémonas<sup>109</sup> y corales negros<sup>110</sup>. Se trata de la fragmentación, o la creación de nuevos pólipos a partir de un trozo del coral, normalmente un tentáculo.

### Fases huevo, larva/plánula, pólipo

Aunque la reproducción asexual puede dar lugar a pólipos nuevos, lo normal en muchos antozoos es que pasen por diferentes fases antes de ser pólipos adultos.



*Balanophyllia europaea* © OCEANA/ Carlos Suárez

Aquellos que se reproducen por huevos hacen que al eclosionar estos aparezca una larva ciliada denominada plánula que, durante un periodo de tiempo corto (normalmente unos días), puede tener vida planctónica hasta que se fije nuevamente en el sustrato y dé lugar a un pólipo nuevo o al inicio de una colonia. Lo que los diferencia del resto de cnidarios es que en ningún caso existe la fase medusa.

Las plánulas pueden surgir en el agua tras la eclosión de los huevos liberados y fertilizados con esperma en el medio, pero también directamente de un pólipo que ha sido fecundado internamente y que, en lugar de liberar el huevo, espera a que éste se haya convertido en plánula. Es decir, la incubación de los huevos también puede diferir en las

especies, así, mientras que en el coral rojo es interna<sup>111</sup>, en la gorgonia roja es externa<sup>112</sup>.

La gorgonia blanca puede producir una media de 4 huevos por pólipo, con lo que una colonia suele dispersar en el medio cerca de 6.000 plánulas<sup>113</sup>. El coral rojo, tiene una tasa reproductora más baja, estimada en menos de una plánula por pólipo<sup>114</sup>.

En algunas especies las larvas tienen flotabilidad negativa para evitar que sean llevadas lejos por las corrientes y permitir su asentamiento en los aledaños del pólipo o colonia madre, como, por ejemplo, en el coral taza mediterráneo (*Balanophylla europaea*)<sup>115</sup>.

Esta flotabilidad negativa ha sido también encontrada en huevos de zoantidos (*Epizoanthus sp*) encontrados por Oceana entre 80 y 200 metros de profundidad.

### Sexos separados y hermafroditismo

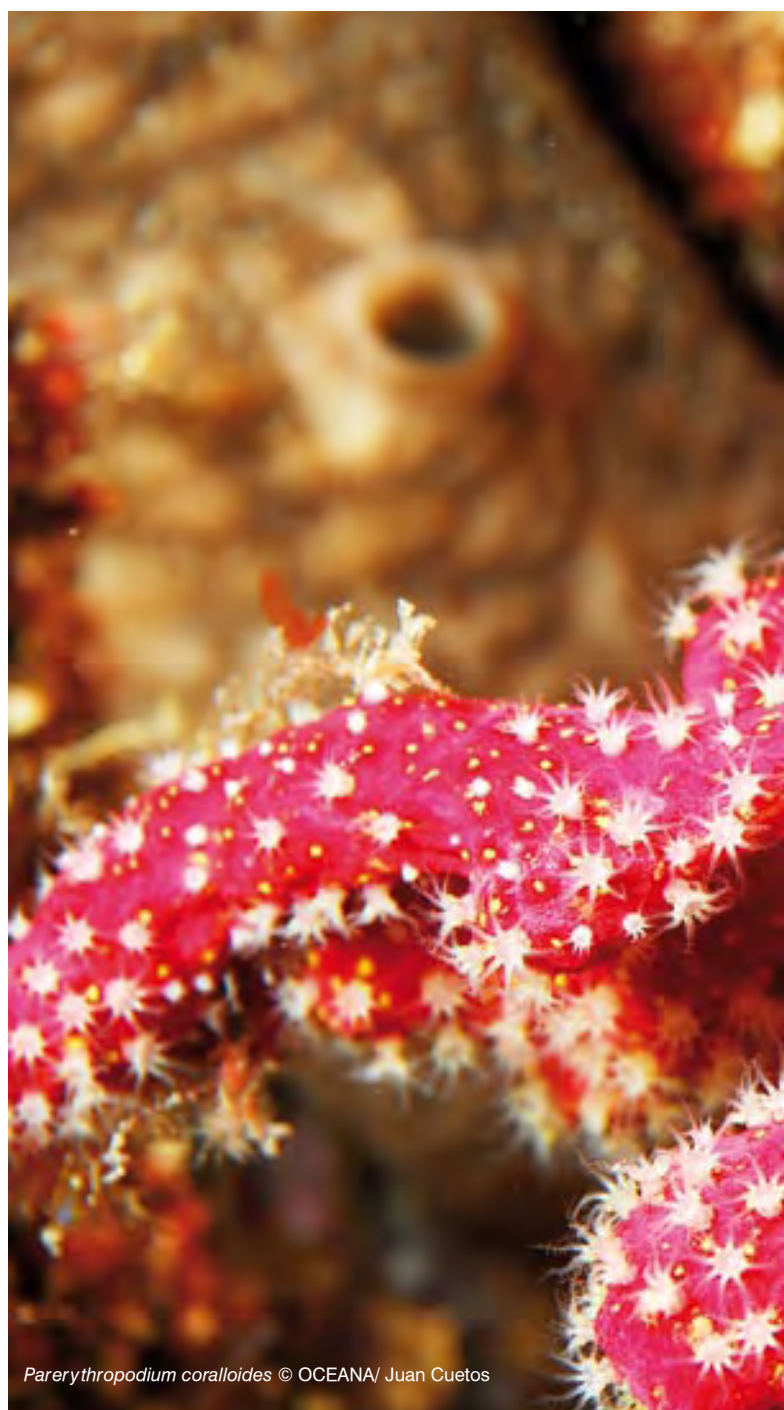
La separación de sexos, es decir, la existencia de machos y hembras (gonocorismo) es habitual en los corales, no solo en cuanto a los pólipos, sino muchas veces entre colonias completas.

En muchas especies mediterráneas los sexos suelen estar separados. Así mientras una colonia está compuesta solamente por pólipos machos otra es solo de hembras. Esta característica se ha documentado en muchos octocorales gorgonáceos, como *Eunicella verrucosa*<sup>116</sup>, *Eunicella singularis*<sup>117</sup>, *Paramuricea clavata*<sup>118</sup>, *Corallium rubrum*<sup>119</sup>, etc., pero también en hexacorales, como muchas de las especies de corales de profundidad (*Enallopsammia rostrata*, *Madrepora oculata* o *Lophelia pertusa*)<sup>120</sup>.

El hermafroditismo es otra estrategia reproductiva de algunos antozoos. Se da principalmente en los corales tropicales de la fami-

lia Pocilloporidae<sup>121</sup>, aunque no es exclusiva de estos.

El hermafroditismo puede ser colonial; es decir, cuando pólipos de ambos sexos se ven representados en la misma colonia, como en el coral anarajando (*Astroides calycularis*)<sup>122</sup> endémico del Mediterráneo; o individual, cuando es el pólipo el que tiene gametos



*Parerythropodium coralloides* © OCEANA/ Juan Cuetos

masculino y femenino, como en el coral colonial *Madracis phaerensis*<sup>123</sup> o en otro coral endémico y solitario del Mediterráneo, *Balanophyllia europaea*<sup>124</sup> (algo raro en los dendrophyllidos y único para este género).

Y como no podía ser de otra forma en la gran diversidad de formas de los corales, también pueden darse especies que presenten am-

bas características gonocóricas y hermafroditas. El hermafroditismo es más inusual entre los octocorales. No obstante, se han detectado algunas colonias hermafroditas en el coral *Carijoa riisei* estudiado en el Pacífico<sup>125</sup> en gorgonias indopacíficas de *Heteroxenia* sp.<sup>126</sup>, así como en algunas colonias mediterráneas de *Pareritropodium coralloides*<sup>127</sup>, entre otros.



# 06.

## Lucha por la supervivencia



De gran importancia para el desarrollo de los corales es el gasto energético que supone la reproducción ya que puede provocar una disminución en la tasa de crecimiento<sup>128</sup>. Pero también la lucha con otros antozoos por el espacio puede consumir mucha energía. Por ello, cuanto mayor sea la colonia mejor puede distribuir los trabajos y competir por su supervivencia y expansión<sup>129</sup>.

### Conflictos con los vecinos: el espacio



Corales y esponjas luchando por el espacio © OCEANA/ Juan Cueto

En la zona en la que se encuentran diferentes especies de antozoos, o incluso colonias de la misma especie, suele formarse un campo de batalla en el que los pólipos que se encuentran al frente modifican su morfología para combatir mejor al competidor; desarrollan tentáculos especializados<sup>130</sup>. De hecho, son varios los tipos de tentáculos que los corales y anémonas pueden tener<sup>131</sup>: tentáculos alimenticios, dedicados a la captura de plancton y partículas en suspensión; tentáculos rastreadores, que se dedican a buscar si existen enemigos cerca y que pueden ser

hasta 10 veces más largos que los alimenticios; y tentáculos cazadores que son los que entran en combate.

Estos tentáculos de combate están presentes en especies que se encuentran en el Mediterráneo, como la anémona plumosa (*Metridium senile*)<sup>132</sup> o en la especie invasora *Haliplanella lineata*<sup>133</sup>.

En la lucha por la supervivencia, las tasas de mortalidad y regeneración también juegan un papel importante. La capacidad de los an-

tozoos para reponerse frente a los daños es muy diversa. Así, mientras que algunas especies necesitarían siglos en poder recomponer un arrecife o colonia dañado, otras han demostrado una alta capacidad regenerativa. No obstante, en general, al tratarse de especies longevas y de crecimiento lento, los daños, ya sean naturales o antrópicos, suelen ser importantes.

La competencia por el espacio también se da con otros organismos marinos. En este caso, diversas especies de hidozoos, briozoos,



etc., pueden colonizar las estructuras de los corales provocándoles la muerte por sobrecubrimiento de la colonia. En *Paramuricea clavata*, las muertes de colonias por esta causa representan la mitad de la tasa de mortalidad natural de la especie<sup>134</sup>. Y en *Eunicella cavolini* se la considera la principal causa de mortalidad junto al arrancamiento<sup>135</sup>.

### Crecimiento

Para crecer y sobrevivir en el medio marino, los corales deben enfrentarse a diferentes condicionantes.

Uno de los factores determinantes en el crecimiento de los corales es la disponibilidad de alimento. Este puede verse favorecido en zonas con corrientes o donde se mezclan distintas masas de agua. La existencia de poca sedimentación y turbidez también juegan un papel importante.

La mayoría de las colonias de corales apenas crecen unos pocos milímetros al año. Esta tasa de crecimiento tan lenta es especialmente cierta en aquellas especies que necesitan desarrollar un esqueleto calcáreo o dar lugar a formas masivas o arbustivas, pero también las anémonas pueden llegar a ser muy longevas.

Lamentablemente se desconocen muchos datos sobre la vida de los antozoos, por lo que la tasa de crecimiento y los años que pueden vivir sigue siendo una incógnita para gran cantidad de especies. Pero los primeros datos parecen corroborar esa longevidad que se estimaba. Así, por ejemplo, tanto para el coral amarillo (*Leptosamnia pruvoti*) –un escleractinio colonial con esqueleto calcáreo– como para la anémona de la gorgonia (*Amphianthus dohrni*) –un hexacoral solitario sin esqueleto– se ha apuntado la posibilidad de que vivan entre 20 y 100 años<sup>136</sup>.

Ejemplos de crecimiento y longevidad estudiados en algunos antozoos<sup>137</sup>

Especie	Crecimiento basal (mm año)	Crecimiento vertical (mm año)	Longevidad (años)
<i>Cladocora caespitosa</i>	0,7 - 1,6	3,28 - 6,06 2,9 - 5,2 2,79 - 6,07 1,36 - 4,42	300
<i>Corallium rubrum</i>	0,24 - 0,64		98
<i>Desmophyllum cristagali</i>	0,5 - 2 0,1 - 3,1	0,5 - 1	70 - 160
<i>Enallopsammia rostrata</i>	0,07	5	210
<i>Primnoa raesediformis</i>		1,6 - 2,32 1,5 - 2,5	+ 200
<i>Lophelia pertusa</i>		5,5	
<i>Balanophyllia europaea</i>	0,23 - 2,49	1,1 - 2,4	20
<i>Eunicella verrucosa</i>		6 - 10	50 - 100
<i>Paramuricea clavata</i>		18	+ 30
<i>Leptosamnia pruvotii</i>			100 ?
<i>Amphianthus dohrni</i>			20 - 100



*Leptosamnia pruvoti* y *Hoplangia durothrix* © OCEANA/ Juan Cuetos

Posiblemente la colonia más longeva del Mediterráneo corresponda al falso coral negro (*Gerardia savaglia*). Se trata del único zoantrido que puede producir un esqueleto. En el Pacífico se han encontrado colonias de otras especies del género *Gerardia* que podrían llegar a tener 2.700 años<sup>138</sup>. En el Mediterráneo se cree que algunas formaciones de *G. savaglia* podrían superar los mil años.

Existen distintas técnicas para conocer el crecimiento de los corales. En colonias antiguas se pueden utilizar técnicas de datación por carbono ( $\text{Ca}^{14}$ ) u otros isótopos representativos<sup>139</sup>, como plomo ( $\text{Pb}^{210}$ ), radio ( $\text{Ra}^{226}$ ), torio ( $\text{Th}^{230}$ ) o uranio ( $\text{U}^{234}$ ). Para animales de menor edad se realiza por medio del seguimiento de la tasa de engrosamiento y crecimiento vertical del pólipo o la colonia. Para algunas especies se han comprobado eficaces métodos similares a los utilizados en árboles; es decir, contando los anillos de crecimiento que se forman en el esqueleto del antozoo. Esto ya se ha realizado con éxito en plumas de mar<sup>140</sup>, gorgonias<sup>141</sup> y corales escleractinios<sup>142</sup>.

## El tamaño importa

Existe una correlación entre el tamaño y edad del antozoo y la severidad y posibilidad de sufrir daños<sup>143</sup>. Los especímenes mayores son más vulnerables a graves daños, pero también muestran una mayor capacidad regenerativa, mientras que los ejemplares más jóvenes tienen una respuesta más limitada o incluso nula, aunque la incidencia de daños sobre ellos suele ser menor. Por ello, las dimensiones de las colonias juegan un importante papel en la perpetuación de la especie.

Los daños en la colonia, además acentúan una de las principales causas de mortalidad de los antozoos: el sobrecrecimiento de epibiontes<sup>144</sup>.

El tamaño no es sólo importante en cuanto al coral o la colonia, sino en lo que a la población se refiere. En especies como *P. clavata*, en la que el éxito de la reproducción sincronizada depende de la participación de numerosas colonias, cuanto mayor sea la población también mayor será la posibilidad de que se generen nuevas colonias y que la especie perviva. Las mortandades masivas que ha sufrido esta especie durante los últimos años puede poner en riesgo la supervivencia de esta especie tan característica de este mar.



Sobrecrecimiento de algas, hidrozooos y esponjas sobre *Paramuricea clavata*  
© OCEANA/ Carlos Suárez

## Un sitio en la mesa: la alimentación de los corales

La mayoría de los antozoos son suspensívoros. Extienden sus tentáculos esperando que los pequeños organismos y partículas que flotan en el agua los toquen para disparar sus cnidos y atrapar el alimento. Entonces es llevado hasta su disco oral e introducido en su cavidad gastrovascular. La otra forma de alimentación más común en los corales es la utilización de un mucus recubrente al cual quedan adheridas las partículas en suspensión que por medio de cilios dirige el alimento al aparato digestivo<sup>145</sup>.

En algunos corales, gran parte de su alimentación procede de la relación simbiótica que mantienen con las pequeñas algas que viven en su gastrodermis. En la mayoría de los ca-

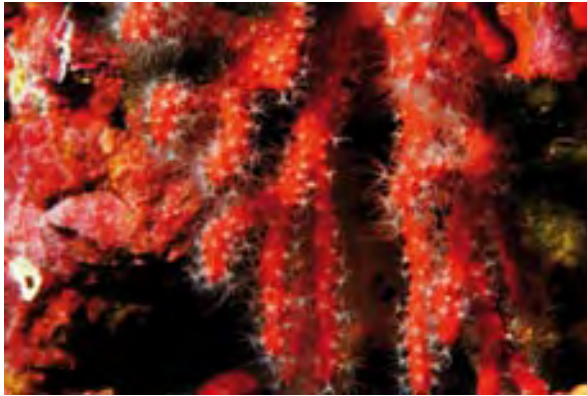
los estas algas son dinoflagelados (zooxantelas), aunque en algunas ocasiones se han encontrado algas verdes (zoochlorelas)<sup>146</sup>.

Otra opción es la de absorber directamente en las células la materia orgánica disuelta en el agua a través de la ectodermis<sup>147</sup>.

En los corales blandos, como las manos de muerto, optimizan la captura de plancton absorbiendo agua y filtrándola como esponjas.

La mayoría de los corales son carnívoros, es decir, se alimentan de zooplancton, aunque pueden combinar su dieta con algunas pequeñas algas, o incluso bacterias. Pero los pólipos pueden llegar a atrapar presas de mayor tamaño que ellas, como medusas, y en el caso de las anémonas, se atreven con la captura de crustáceos y peces.





*Corallium rubrum* © OCEANA/ Carlos Suárez

Los crustáceos suelen formar gran parte de la dieta de muchos antozoos, aunque el alimento ingerido puede ser muy diverso, con preferencias según las especies. En corales de cristal (*Lophelia pertusa*) se les ha visto capturando cumáceos y copépodos<sup>148</sup>, las anémonas comunes (*Anemonia sulcata*) y *Cereus pedunculatus* consumiendo anfípodos y decápodos. En el caso de *Actinia equina*, su preferencia nutritiva es más orientada al consumo de detritos<sup>149</sup>, la gorgonia roja (*Paramuricea clavata*) ingiere huevos y larvas<sup>150</sup>, etc.

**Adivina quién viene a cenar esta noche: depredadores naturales de los corales**

En el ciclo natural unos comen y otros son comidos. Y los corales también forman parte de la dieta de algunos animales. La presencia

de células urticantes y sustancias tóxicas en su cuerpo han reducido el número de depredadores que tienen, pero algunas especies se han inmunizado ante su veneno y se han especializado en su consumo.

En el Mediterráneo no existen peces que consuman corales, como se dan habitualmente en los arrecifes tropicales. Aquí los principales consumidores son los moluscos, aunque también algunos artrópodos y gusanos han optado por consumir pólipos.

Los moluscos comedores de corales más comunes son las caracolas, en especial los ovúlidos y los coraliófilidos.

Al igual que los ovúlidos caribeños, como la lengua de flamenco (*Cyphoma gibosum*), se alimentan de gorgonias, las especies mediterráneas se han especializado en estos octocorales. Uno de los más comunes es *Neosimnia spelta* que devora los pólipos y tejidos vivos de gorgonias<sup>151</sup> como *Eunicella verrucosa*, *Eunicella singularis* o *Leptogorgia sarmentosa*. Otras especies de ovulidos en el Mediterráneo son *Pseudosimnia carnea*, *Simnia nicaeensis*, *Simnia purpurea*, *Aperiovula adriatica*, *Aperiovula bellocqae*, *Globovula cavanaghi* o *Pedicularia sicula*.

En cuanto a las caracolas coraliófilidas, la mayoría son especies indopacíficas, pero en el Mediterráneo pueden encontrarse una



*Spinimuricea atlantica*  
© OCEANA/ Juan Cuetos

decena de ellas<sup>152</sup>, como *Coralliophila meendorffi* y *Babelomurex cariniferus*<sup>153</sup>, consumiendo frecuentemente los pólipos de *Cladócora caespitosa*. Otras especies mediterráneas son *Babelomurex babelis*, *Coralliophila brevis*, *Coralliophila sofiae*, *Coralliophila squamosa*, etc.

Otros moluscos que también han sido encontrados alimentándose de corales son las caracolas epitoniidas, como *Epitonium dendrophyllidae* que consume corales anaranjados (*Astroides calycularis*)<sup>154</sup>; o algunos nudibranquios, como *Okenia elegans* que se puede alimentar de *Paramuricea clavata*<sup>155</sup>.



Lenguas de flamenco (*Cyphoma gibbosum*) sobre gorgonia árbol negra (*Plexaura homomalla*) en el Caribe © OCEANA/ Houssine Kaddachi

El gusano de fuego (*Hermodice carunculata*) es un poliqueto ampliamente distribuido en aguas cálidas y templadas del Atlántico<sup>156</sup> que puede alcanzar los 40 centímetros de longitud. Aunque su dieta es principalmente carroñera y de materiales en descomposición (saprófago), también devora pólipos de corales. En el Caribe suele alimentarse de distintas especies de gorgonias<sup>157</sup> e hidrozooos<sup>158</sup>. En el Mediterráneo suele hacerlo de *Oculina patagonica*<sup>159</sup>.

También un picnogónido o araña de mar (*Pycnogonum littorale*) puede alimentarse de diversos actiniarios<sup>160</sup>, incluyendo la anémona plumosa (*Metridium senile*)<sup>161</sup>. Y el co-

ral rojo puede sufrir el ataque de moluscos y crustáceos, como *Pseudosmnia carnea* y *Balssia gastii* respectivamente<sup>162</sup>.

Por último, en épocas recientes, el ser humano también ha incluido a los antozoos en su dieta. En algunas zonas del Mediterráneo se están comercializando diversas especies de anémonas bajo la denominación genérica de “ortiga de mar” u “ortiguilla” para la elaboración de distintos platos gastronómicos.

### Corales con luz

Una ventaja adaptativa de algunas especies marinas para optimizar sus posibilidades de éxito en determinados hábitats es la posesión de luz propia. Esta luminiscencia puede ser utilizada para atraer a presas, evitar a depredadores, para comunicarse, buscar pareja y otras funciones que aún se están investigando.

Aunque en muchos animales marinos la bioluminiscencia se debe a la presencia de bacterias como *Vibrio fischeri* o a la existencia de células especializadas, en los corales se debe a la presencia de la proteína luciferina y la enzima luciferasa que cataliza su oxidación produciendo luz<sup>163</sup>. Aunque es posible que, como en otros cnidarios, algunas especies no precisen de luciferasa para su bioluminiscencia y que sea una fotoproteína (coelenterazina) la que, en presencia de  $Ca^{2+}$ , produzca la reacción química<sup>164</sup>.

Los pennatuláceos han demostrado ser los octocorales en los que con mayor frecuencia se da bioluminiscencia. En el caso de especies del Mediterráneo, se ha detectado en *Cavernularia pusilla*, *Veretillum cynomorium*, *Funiculina quadrangularis*, *Virgularia mirabilis*, *Pennatula rubra*, *Pennatula phosphorea* y *Pteroides spinosum*<sup>165</sup>.

Fuera de las plumas de mar, la bioluminiscencia es muy rara en los octocorales. Tan sólo

ha podido ser observada en un solo género de alciónido del Pacífico (*Eleutherobia* sp.<sup>166</sup>) y en unas pocas especies de gorgonias de la familia isididae<sup>167</sup>, como *Lepidisis olapa*, *Keratoisis* sp., *Primnoisis* sp., o *Isidella elongata*. Esta última también puede encontrarse en el Mediterráneo.

La única especie de anémona en la que se ha encontrado bioluminiscencia es *Hormathia alba*,<sup>168</sup> una especie común en el Mediterráneo y en algunas zonas atlánticas y que puede vivir sobre las conchas de los cangrejos ermitaños.

En otras especies, la bioluminiscencia es sustituida por la fosforescencia<sup>169</sup>, como en la anémona común (*Anemonia sulcata*).

### Corales que se mueven

La mayoría de los antozoos viven fijos al sustrato y permanecen en el mismo lugar durante toda su vida. Sólo en la fase larvaria de algunos corales y gorgonias, la plánula ciliada puede moverse libremente por el mar.

No obstante, algunas especies, en concreto algunas anémonas y plumas de mar, pueden cambiar de sitio en busca de condiciones más óptimas. O, como en el caso de las anémonas que viven sobre las conchas que transportan los cangrejos ermitaños, pueden recorrer grandes distancias gracias a la ayuda de su simbionte.

Las hay que se mueven muy lentamente para alejarse de zonas que puedan ponerlas en riesgo, como *Actinia equina*, *Anemonia Sulcata*, *Anthopleura ballii* o *Sagartia* sp., que pueden desplazarse algunos centímetros por medio de su disco basal para evitar quedar excesivamente expuestas tras la marea baja o para huir de un enemigo o alejarse de una fuente lumínica<sup>170</sup>.

Las hay que migran, como *Paranemonia cinerea*<sup>171</sup> que realiza desplazamientos verticales según la época del año e hiberna en el fondo entre restos de plantas, mientras que con temperaturas más altas se encarama a las hojas de fanerógamas marinas.

Las hay que nadan, como *Telmatactis forskali*<sup>172</sup> que pueden desplazarse en pequeñas distancias utilizando sus tentáculos como aletas. Este comportamiento también ha sido observado en *Bunodeopsis strumosa*, en especial cuando ha sido desprendida de una hoja de fanerógama marina, así como en anémonas de los géneros *Bolocerooides* y *Gonactinia*<sup>173</sup>.

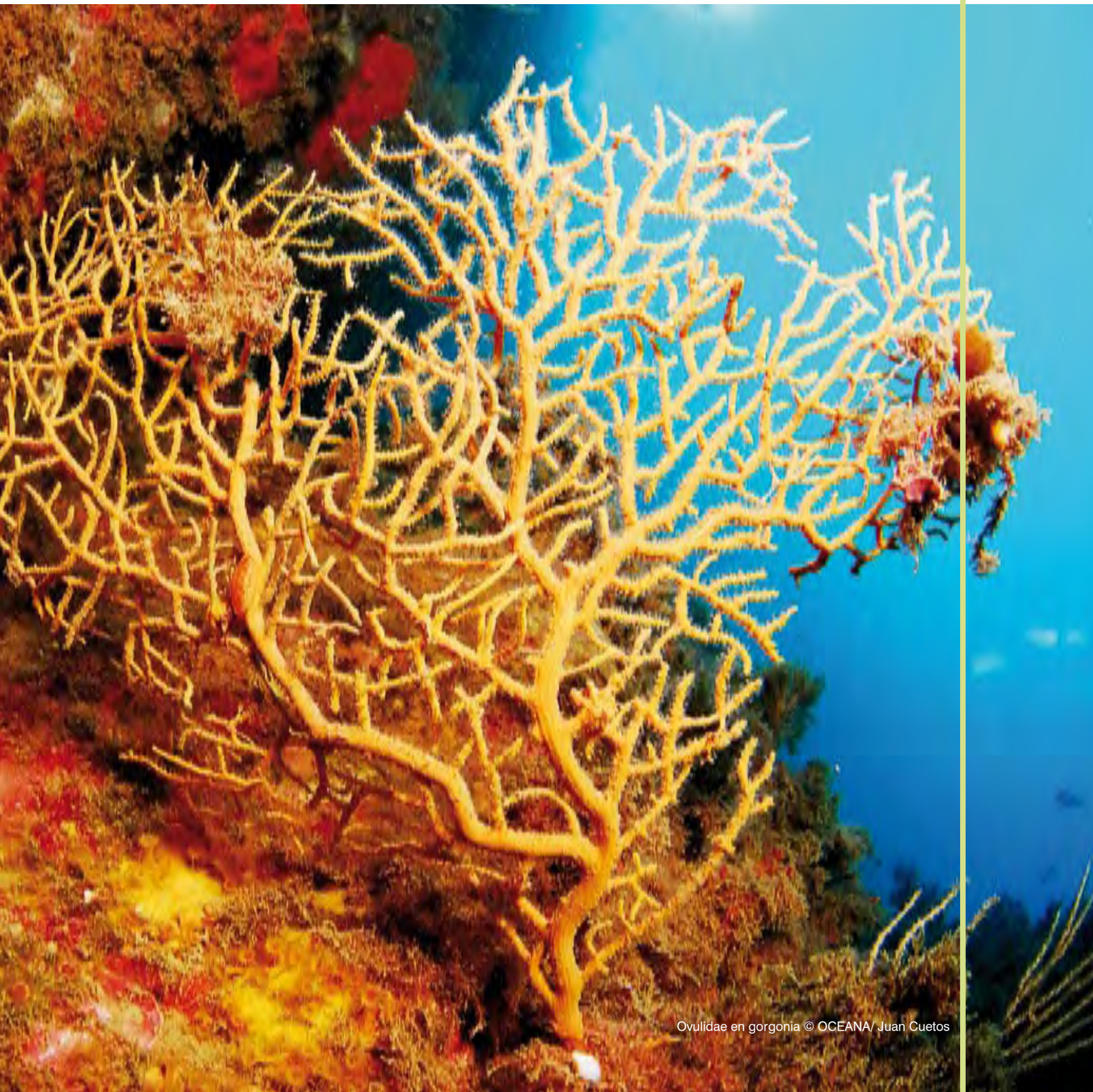
Y las hay que reptan por el fondo marino ayudándose de sus tentáculos y pueden recorrer varios metros en busca de un nuevo lugar donde establecerse. Algunos estudios<sup>174</sup> han comprobado que ciertas anémonas tubo de los géneros *Cerianthus* y *Pachycerianthus*, son capaces de desplazarse sobre el sedimento. Este comportamiento también se ha encontrado en algunas plumas de mar, que tras haber sido arrancadas de la zona donde se encontraban ancladas, se han arrastrado por el lecho marino hasta enterrarse de nuevo, o han inflado su cuerpo y dejado arrastrar por las corrientes hasta una nueva localización<sup>175</sup>.



*Cerianthus* sp. © OCEANA/ Juan Cuetos

# 07.

## Amenazas para los corales



## Las enfermedades de los corales

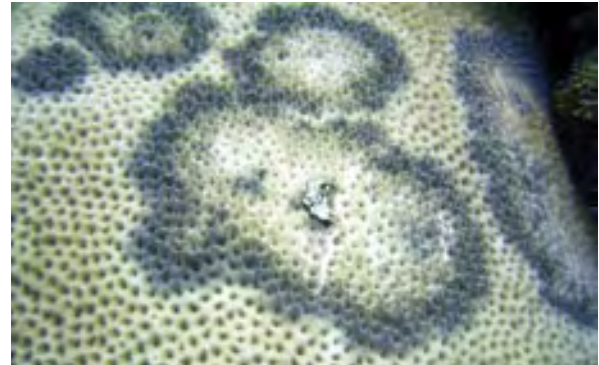
En el mundo se han identificado, al menos, 18 enfermedades que pueden afectar masivamente a los corales<sup>176</sup>.

### Enfermedades de los Corales

ASP = Aspergilosis  
 DSD = Puntos negros  
 PLS = Síndrome de la línea rosa  
 SEB = Banda de erosión del esqueleto  
 VCB = Blanqueo por *Vibrio coralliilyticus*  
 WBD I = Banda blanca tipo 1  
 WPD = Viruela Blanca  
 WPL II = Plaga Blanca tipo 2  
 YBD = Banda amarilla  
 BBD = Banda Negra  
 FPS = Síndrome fungo-protozoico  
 SDR = Reacción de cierre  
 SKA = Anomalías en el esqueleto  
 VSB = Blanqueo por *Vibro shiloi*  
 WBD II = Banda blanca tipo 2  
 WPL I = Plaga blanca tipo 1  
 WPL III = Plaga blanca tipo 3

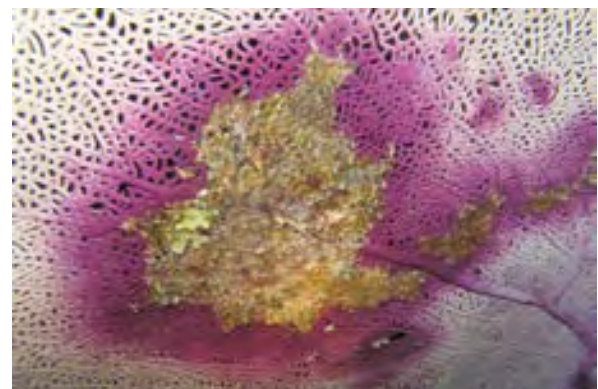
En muchos casos las mortandades se produjeron tras incrementos en la temperatura del agua o periodos anómalamente largos de altas temperaturas. No en todos los casos se ha podido identificar al agente patógeno responsable de la mortandad pero en, al menos 10 de estas infecciones, se han detectado hongos marinos y terrestres, cianobacterias, bacterias, protozoos, nemátodos, algas o crustáceos como desencadenantes de alguno de los síntomas encontrados.

En la aspergilosis (ASP) se ha detectado como agente infeccioso al hongo terrestre *Aspergillus sidowii*<sup>177</sup> que afecta principalmente a gorgonias del género *Gorgonia*. En la banda negra (BBD), se han detectado multitud de microorganismos, como las cianobacterias<sup>178</sup> *Phormidium corallyticum* y *Trichodesmium* spp., *Cyanobacterium* sp., bac-



Enfermedad de la banda negra (BBD) en un coral tropical (*Siderastrea* sp.) © OCEANA/ Houssine Kaddachi

terias<sup>179</sup> (*Desulfovibrio* spp., *Beggiatoa* spp.) y hongos marinos<sup>180</sup>. El síndrome fungo-protozoico (FPS) incluía a hongos (*Trichoderma* spp., *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp. y *Humicola* spp.) y protozoos<sup>181</sup>. El síndrome de la línea rosa (PLS) se ha ligado a una cianobacteria<sup>182</sup> (*Phormidium valderianum*). La banda de erosión del esqueleto (SEB) es atribuido a un protozoo<sup>183</sup> (*Halofolliculina corallasia*). En las anomalías en el esqueleto (SKA) intervienen hongos terrestres<sup>184</sup> (*Aspergillus sydowii*) y endolíticos<sup>185</sup>, algas<sup>186</sup> (*Entocladia endozoica* y del orden Siphonales), nemátodos<sup>187</sup> (*Podocotyloides stenometra*) y crustáceos<sup>188</sup> (*Petrarca madreporae*). En el blanqueo de corales por bacterias (VCB y VSB) las responsables son las bacterias *Vibrio coralliilyticus* y *V. shiloi*<sup>189</sup> respectivamente. En la banda blanca (WPL) se ha identificado una bacteria<sup>190</sup> (*Vibrio charcharia*). La viruela blanca (WPD) también parece provocada por otra bacteria<sup>191</sup> (*Serratia marcescens*). Y en la plaga blanca (WPL) se ha identificado a la también bacteria *Aurantimonas coralicida*<sup>192</sup>.



*Gorgonia ventalina* afectada por aspergillosis (ASP) © OCEANA/ Houssine Kaddachi



Más de medio centenar de especies se han visto afectadas en mortalidades o procesos de degradación que tenían relación con una o varias de las enfermedades mencionadas. Aunque la mayoría de los casos se dan en arrecifes tropicales, dos de ellas han sido detectadas en el mar Mediterráneo (VSB y FPS).

En el verano de 1999, coincidiendo con altas temperaturas en el agua hasta profundidades de más de 40 metros, se produjo una mortalidad masiva de antozoos y otros animales (moluscos, briozoos, tunicados y esponjas), en el mar de Liguria y costas de la Provenza francesa<sup>193</sup>. Los corales afectados fueron gorgonias rojas (*Paramuricea clavata*), gorgonias blancas (*Eunicella singularis*), gorgonias amarillas (*Eunicella cavolini*), gorgonias verrugosas (*Eunicella verrucosa*), corales rojos (*Corallium rubrum*), gorgonias sarmiento (*Leptogorgia sarmentosa*), madréporas mediterráneas (*Cladocora caespitosa*) y anémonas incrustantes amarillas (*Parazoanthus axinellae*). En algunas zonas la mortalidad acabó con entre el 60% y el 100% de las colonias existentes, con lo que millones de gorgonias y otros antozoos perecieron<sup>194</sup>.

Por causas aún desconocidas, en el caso de *P. clavata* la mortandad afectó especialmente a las colonias de pólipos hembras<sup>195</sup>.

Los estudios han demostrado que las gorgonias experimentaron un fuerte estrés a causa de las altas temperaturas y terminaron siendo afectadas por una amplia gama de microorganismos, incluyendo hongos y protozoos, por lo que a esta enfermedad se la ha denominado como síndrome fungo-protozoico (SFP).

Estos episodios no han sido casos aislados. En colonias de *Parazoanthus axinellae*, las mortandades se han repetido durante varios años, reduciendo considerablemente la presencia de esta especie en Portofino y otras zonas del mar de Liguria. Nuevamente, estas mortandades se han achacado a las altas temperaturas y a la proliferación de agentes patógenos, como las cianobacterias del género *Porphyrosiphon*<sup>196</sup>.

En 2003, se produjeron nuevas mortandades de antozoos en el Mediterráneo, en este caso afectando no sólo a las costas de Francia e Italia sino también a las aguas españolas. Durante este año se detectó una fuerte mortandad de gorgonias rojas (*Paramuricea clavata*) por el sobrecrecimiento de mucílagos<sup>197</sup> y de madréporas (*Cladocora caespitosa*) necrosiadas<sup>198</sup> en la Reserva Marina de las islas Columbretes que afectó a más del 60% de las colonias de ambas especies. Mortandades similares se detectaron en otras colonias



de coralígeno de distintas zonas del Mediterráneo español desde cabo de Creus a cabo de Palos<sup>199</sup>. En todos los casos, las mortandades coincidieron con anómalas temperaturas altas en las aguas.

Igualmente se ha atribuido a este calentamiento del mar las mortandades de gorgonias rojas de principios de los noventa en el estrecho de Messina a causa del sobrecrecimiento de algas filamentosas (*Tribonema marinum* y *Acinetospora crinita*)<sup>200</sup> o los episodios de blanqueo en corales como la madrepora mediterránea (*Cladocora caespitosa*), el coral taza mediterráneo (*Balanophyllia europaea*) o el coral argentino (*Oculina patagonica*) en distintas zonas del Mediterráneo occidental y oriental durante las últimas décadas<sup>201</sup>.

En estos blanqueos suele estar implicada la bacteria *Vibrio shiloi*, la cual llega a dañar a altos porcentajes de las colonias de *Oculina patagonica*; pero parece ser sensible a la radiación ultravioleta, lo que hace que no afecte a los corales más superficiales<sup>202</sup>.

Recientemente se ha comprobado que el gusano de fuego (*Hermodice carunculata*) se ha convertido en un vector de enfermedades para los corales. Este poliqueto puede funcionar como reservorio invernal de patógenos<sup>203</sup>, evitando que las bacterias mueran en los meses en los que el agua está más fría y puedan volver al exterior cuando las condiciones ambientales vuelvan a ser óptimas.

### Cambio climático

Como ya hemos visto, el cambio climático ha podido estar detrás de las mortandades masivas de antozoos que se han producido en los últimos años en el mar Mediterráneo. Pero, aparte de enfermedades y blanqueos, la elevación de las temperaturas del agua trae consigo otros efectos perniciosos para los antozoos.

A causa de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, se prevé que los océanos incrementen la absorción de CO<sub>2</sub> provocando cambios en la química del agua. Una mayor cantidad de CO<sub>2</sub> provocará una bajada del pH del agua, incrementando la acidificación de los océanos y reduciendo la disponibilidad de iones de carbonatos, con la consecuente disminución en la tasa de calcificación<sup>204</sup>, lo que afectará a multitud de organismos marinos que necesitan calcita o aragonito para formar sus esqueletos, incluyendo los corales.

Si tenemos en cuenta que se calcula que, durante este milenio, los océanos absorberán el 90% del CO<sub>2</sub> de origen antropogénico<sup>205</sup>, podemos entender la importancia de los cambios que se pueden generar en el ecosistema marino. Los estudios apuntan a disminuciones en la calcificación de alrededor de un 40% en los próximos 50 años, pudiendo llegar a superar el 80% antes de que finalice el siglo.

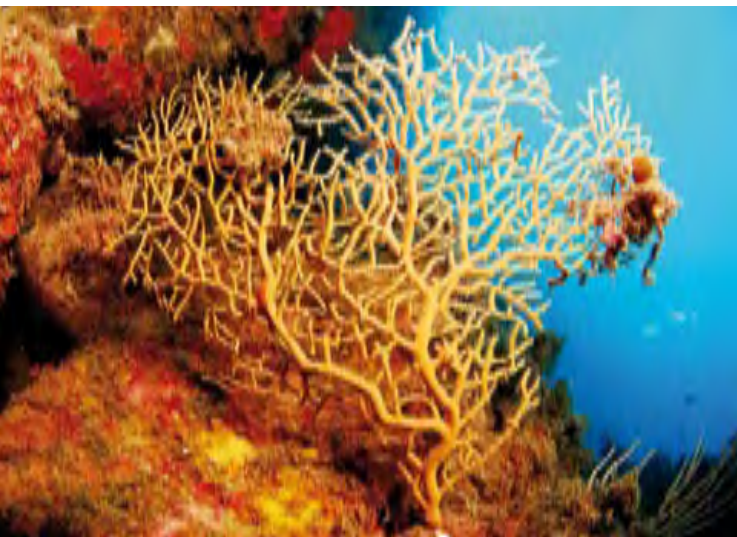
En el Mediterráneo, el cambio climático también está trayendo consigo otras amenazas para los corales; la alteración de la abundancia de especies sensibles a cambios en la temperatura del agua, y la introducción y expansión de especies alóctonas que pueden competir con las especies mediterráneas<sup>206</sup>.

### Otros efectos antrópicos sobre los corales

#### Arrancamiento de colonias

En algunas zonas fuertemente frecuentadas por buceadores, la mortalidad natural de las gorgonias puede verse triplicada por los daños y arrancamientos que producen<sup>207</sup>. El arrancamiento de gorgonias y otros antozoos de gran porte a causa de malas prácticas de buceadores o del fondeo de embarcaciones en zonas con presencia de estas colonias es una causa importante de mortalidad. Algunas áreas protegidas del Mediterráneo,

como las Islas Medas en España o Port Cros en Francia han sufrido daños a causa del exceso de inmersiones y fondeos en zonas vulnerables<sup>208</sup>.



Ovulidae en gorgonia © OCEANA/ Juan Cuetos

### Contaminación química

Existen muy pocos datos sobre la contaminación química de los corales. No obstante, algún episodio de mortandad de gorgonias y corales rojos, como el ocurrido en las aguas profundas del Mediterráneo (80-160 metros) en 1987, frente a la desembocadura del Ródano, ha sido ligado a los altos niveles de contaminantes organoclorados como el PCB<sup>209</sup>.

### Enterramiento y colmatación

De forma natural, los niveles de sedimentación son un factor limitante para muchas especies de corales. Por ello, es poco frecuente la presencia de gorgonias y corales cerca de desembocaduras de ríos o en fondos horizontales donde la colmatación es más factible, mientras que son más frecuentes sobre rocas y paredes verticales donde las posibilidades de alta sedimentación es menor<sup>210</sup>.

Los dragados, regeneraciones de playas y construcciones de infraestructuras costeras que pueden remover gran cantidad de sedimentos o suponer un cambio en los lugares de deposición pueden afectar a los corales.

Se sabe que los mecanismos que utilizan los corales para evitar terminar enterrados por un exceso de sedimentación suponen un coste energético elevado<sup>211</sup>. Además, en algunos mares, como el Caribe las altas tasas de sedimentación se han relacionado con algunas enfermedades que afectan a gorgonias<sup>212</sup>.

### La pesca y los corales

Una de las mayores amenazas para los corales son las artes de pesca que pueden dañar a la colonia o arrancarla de su sustrato de fijación. Así, los métodos de pesca que necesitan ser arrastrados por el fondo se convierten en los de mayor impacto para estos animales.

Oceana también ha podido comprobar el impacto de otras artes de pesca que están en contacto con el fondo marino (redes fijas, palangres, nasas) ya que al calarlas o retirarlas, o al ser arrastradas por las corrientes, pueden engancharse en corales y arrancarlos del sustrato o provocarles laceraciones. No obstante, las dragas o la pesca de arrastre son las que provocan una mayor mortandad y deterioro entre las poblaciones de corales, gorgonias, plumas de mar y anémonas. Cada día son más los estudios que han comprobado el daño de este tipo de pesquerías sobre corales y otros organismos bentónicos<sup>213</sup>.

Se sabe que los arrastreros son la principal causa de deterioro de estos ecosistemas en muchas partes del mundo<sup>214</sup>. Los científicos reconocen que “en general, donde los arrastreros faenan sobre arrecifes de coral existen posibilidades de provocar serios daños<sup>215</sup>”. El Secretario General de ICES, David Griffith, considera que “arrastrar una pesada red de arrastre sobre un arrecife de coral de profundidad es similar a conducir un bulldozer por una reserva natural. El único camino práctico para proteger estos arrecifes es encontrar dónde están y prevenir que los buques arrastren sobre ellos”.

Diversas investigaciones han comprobado el daño infringido a los arrecifes de coral por estas artes de pesca en zonas del Atlántico entre los 200 y los 1.200 metros de profundidad<sup>216</sup>. Los arrastreros pueden llegar a destruir 33 km<sup>2</sup> de hábitat de la plataforma continental en sólo 15 días<sup>217</sup>. El Servicio Nacional de Pesca Marítima (NMFS) de Estados Unidos ha estimado que, en el caso de Alaska, un solo arrastrero puede arrancar más de 700 kilos de corales de profundidad en un solo lance<sup>218</sup>.

En el Mediterráneo, se ha comprobado que la pesca de crustáceos sobre fondos de sedimentos finos en los que existen gorgonias articuladas (*Isidella elongata*) y plumas de mar (*Funiculina quadrangularis*) provoca una marcada pérdida de biodiversidad<sup>219</sup>. Además, las facies de estas dos especies en el Mediterráneo occidental casi han desaparecido por completo a causa de esta modalidad de pesca<sup>220</sup>.

Diversas experiencias de gorgonias dañadas por artes de pesca han demostrado lo extremadamente vulnerables que son estas colonias y el largo tiempo que necesitan para recuperarse, llegando incluso a superar hasta un siglo<sup>221</sup>.

Pero los corales no necesitan ser impactados directamente para que sufran daños. Algunas colonias pueden verse enterradas o con una capacidad de alimentación reducida a causa de la turbidez del agua generada por la resuspensión de sedimentos que provoca el arrastre de fondo. Los sedimentos levantados por los arrastreros pueden volver a depositarse incluso a cientos de metros de profundidad de su lugar de origen, provocando el enterramiento de organismos sésiles a gran distancia<sup>222</sup>.

Cuando una colonia es dañada por artes de pesca o anclas, se favorece el asentamiento de epibiontes (hidrozoos y briozoos) que

pueden acabar con ellas. En primer lugar por un sobrecubrimiento que impide la alimentación de los pólipos, pero también por presentar una mayor superficie de resistencia a la acción del oleaje y las corrientes. También pueden ser colonizados por nemátodos y poliquetos que debilitan a la colonia<sup>223</sup>.

Algunas medidas de gestión pesquera en el Mediterráneo podrían evitar daños a algunas poblaciones de antozoos.

Una propuesta de regulación de la pesca en el Mediterráneo presentada por la Comisión Europea<sup>224</sup> intenta prohibir la pesca de arrastre en fondos de menos de 50 metros de profundidad y proteger algunos de los ecosistemas más valiosos de este mar, como el coralígeno. Estas medidas ya han sido aceptadas en países como España y forman parte de su legislación nacional<sup>225</sup> (aunque la falta de una caracterización óptima de los fondos marinos mediterráneos impide una protección eficaz de estos lugares), pero lamentablemente no ha podido ser aplicada todavía en todas las aguas de la UE porque la propuesta ha sido repetidamente bloqueada por diversos países mediterráneos, provocando un vacío legal que sólo beneficia a la pesca destructiva y acentúa el deterioro del bentos.

Por otro lado, las recientes decisiones del Consejo General de Pesca del Mediterráneo (CGPM) prohibiendo el arrastre por debajo de los 1.000 metros de profundidad<sup>226</sup> y en algunas montañas marinas y arrecifes de coral<sup>227</sup>, podría conservar algunos de los arrecifes y jardines de gorgonias de este mar.

Lamentablemente, la pesca ilegal sobre fondos prohibidos es una práctica aún generalizada en el Mediterráneo, por lo que todas las especies de coral se ven amenazadas.

# 08.

## Uso de los corales

Coral árbol (*Dendrophyllia ramea*) © OCEANA/ Juan Cuetos



## Explotación comercial de los corales

Algunas especies de corales han sido buscadas y recolectadas desde antiguo por su vistosidad. Se han utilizado como elementos de joyería o bisutería, y más recientemente, como *souvenirs*.

La industria joyera se ha centrado en la explotación de los llamados “corales preciosos”. Entre estos se incluyen las diferentes especies del género *Corallium*. Las más codiciadas son las que se distribuyen por el Mediterráneo y aguas atlánticas adyacentes, como el coral rojo mediterráneo (*Corallium rubrum*), y las del Pacífico como el coral rojo del Pacífico (*Corallium regale*), los corales rosas (*Corallium secundum* y *C. laauense*) y otros (*C. japonicum*, *C. nobile*, *C. elatius*, etc.). También son utilizados para este fin algunos corales negros y más recientemente los corales bambú (géneros *Keratoisis*, *Isidella*, *Lepidisis*, etc.). Otras especies utilizadas son el coral azul (*Heliopora coerulea*) o los corales dorados (de los géneros *Gerardia*, *Narella*, *Calyptrophora* o *Callogorgia*), pero éstos tienen menor valor en joyería por su porosidad, pequeño tamaño, fragilidad y otras condiciones poco propicias, por lo que son más habituales en el mercado de *souvenirs*. Si bien las grandes colonias de falso coral negro (*Gerardia savaglia*) que es extraído en el mar de Mármara es utilizado también para bisutería<sup>228</sup>.

En el Mediterráneo, el coral rojo ha sido la especie más buscada y que ha dado origen a una industria extractiva de gran impacto para esta especie y para los fondos marinos.

La fuerte explotación de este octocoral ha hecho que su producción se haya visto reducida casi un 70% en las últimas décadas<sup>229</sup>. De los alrededor de 100 toneladas que se capturaban a finales de los años setenta, se

ha pasado a apenas 30 toneladas en menos de 20 años<sup>230</sup>.

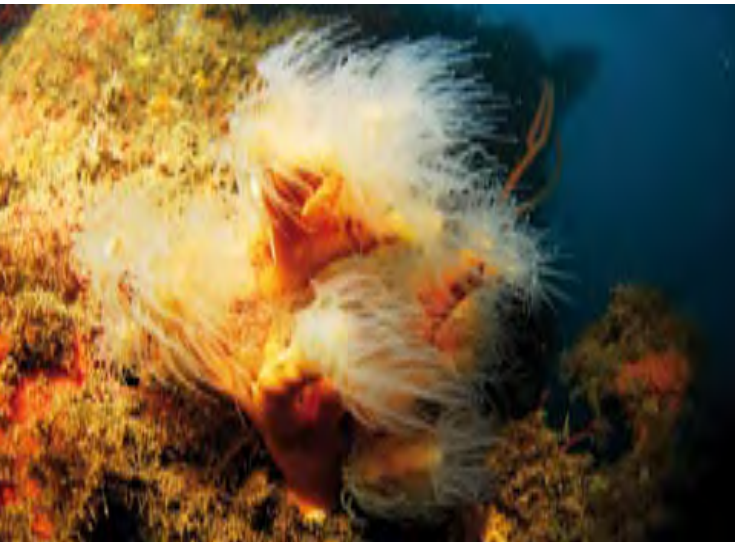
Hoy es una especie escasa en este mar pese a que pudo llegar a alcanzar una densidad de más de 1.000 colonias por metro cuadrado. Estas densidades ya sólo pueden encontrarse en áreas marinas protegidas o en lugares donde su explotación ha sido más difícil. Además, muchas de las colonias que existen hoy en día son de pequeño tamaño. En las áreas españolas donde aún se permite la explotación de coral rojo, el 91% de las colonias miden menos de 5 centímetros de alto<sup>231</sup>. Y en Italia el 66% de las colonias estudiadas no son reproductoras<sup>232</sup>.



Coral rojo (*Corallium rubrum*) © OCEANA/ Juan Cuetos

La extracción de estos corales se ha efectuado tradicionalmente con técnicas muy destructivas, como la Cruz de San Andrés o la Barra Italiana, este último artefacto consiste en una gran barra de metal de más de una tonelada a la que se unían cadenas y penachos de redes y que se arrastraba por los fondos marinos rompiendo el coral; una pequeña porción del coral arrancado quedaba enredado en las redes y era recuperado, mientras que el resto quedaba perdido y muerto sobre el lecho marino. En algunos momentos ha llegado a haber cerca de 2.000 embarcaciones dedicadas a la captura de coral rojo<sup>233</sup>.

En 1994, la UE<sup>234</sup> prohibió el uso de la cruz de San Andrés y sistemas similares para la captura de coral rojo, pero este método no ha sido incluido todavía entre los prohibidos por la Convención de Berna.



Coral árbol (*Dendrophyllia ramea*) © OCEANA/ Juan Cuetos

Hoy en día, la explotación de coral rojo se realiza principalmente por buceadores<sup>235</sup>, que llegan a recolectar corales hasta profundidades de 120 metros, aunque en algunas zonas se han utilizando robots articulados.

Torre del Greco (Italia) es el principal centro comercializador de corales preciosos del Mediterráneo. La falta de coral rojo mediterráneo ha hecho que el negocio se centre en gran parte en importaciones de corales de otras zonas, especialmente del Pacífico. Hoy en día esta localidad tiene un comercio de corales que supera los 30.000 millones de dólares al año<sup>236</sup>.

Dado el pequeño tamaño de la mayoría de las colonias que hoy quedan en el Mediterráneo, en los últimos años se ha puesto en funcionamiento un nuevo sistema para explotar y comercializar las más pequeñas. Consiste en fundir los ejemplares que no alcanzarían gran valor en el mercado por su escaso grosor y generar una pasta maleable con la que realizar diversos artículos de bisutería.

Aunque no existe un gran mercado organizado, otras especies de antozoos también pueden formar parte del comercio de souvenirs, como *Cladocora caespitosa* o *Dendrophyllia* spp. y otros escleractinos.

## Los corales y la medicina

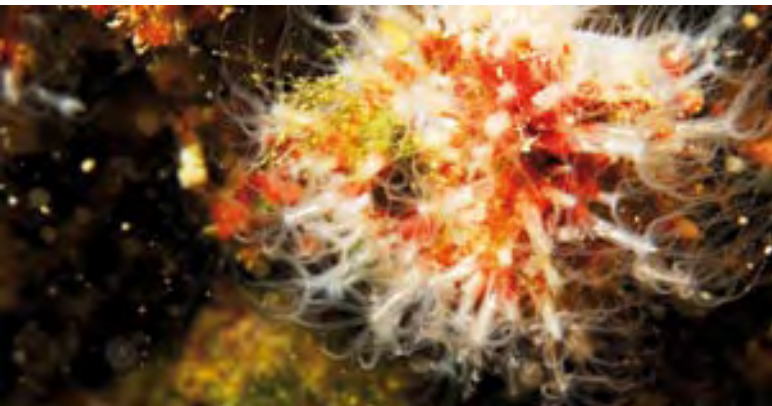
En las últimas décadas la investigación biomédica ha puesto sus ojos en el mar como fuente de nuevos medicamentos. Las esponjas o las actinias se han mostrado como algunos de los animales en los que más compuestos nuevos y de utilidad farmacéutica se han encontrado, y junto a estas habría que citar a los cnidarios. Gorgonias, corales y anémonas están propiciando compuestos e información útil para combatir distintas enfermedades, y el Mediterráneo ha demostrado ser un lugar excelente para encontrar estas especies.

En la gorgonia amarilla (*Eunicella cavolini*) se han encontrado agentes antivirales<sup>237</sup>. Se ha descubierto que el compuesto sintético 9-β-D-arabinosiladenina (ara-A), análogo a la espongotimidina, es un metabolito producido de forma natural por esta especie, junto con su congénere análogo a la espongouridina 1-β-D-arabinofuranosiluracil, (ara-U).



Gorgonia amarilla (*Eunicella cavolini*) © OCEANA/ Juan Cuetos

Las gorgonias son igualmente importantes como fuentes de diterpenos: la eunicellina de la gorgonia blanca (*Eunicella singularis*)<sup>238</sup> o la palmonina de la gorgonia verrugosa (*Eunicella verrucosa*)<sup>239</sup> son algunos ejemplos.



*Sarcodyction catenatum* © OCEANA/ Juan Cuetos

Pero también otros antozoos han aportado lo suyo, como los cembranolidos de la falsa gorgonia roja (*Parerythropodium coralloides*)<sup>240</sup> o la sarcodictina del coral estolofínero *Sarcodyction catenatum*<sup>241</sup>.

Sin olvidar los sesterterpenos cladocoranos de la madrepora mediterránea (*Cladocora cespitosa*)<sup>242</sup>, con interés farmacológico para el tratamiento de diferentes enfermedades, incluido el cáncer, ya que tienen potenciales propiedades antituberculares y bactericidas que inhiben el crecimiento de bacterias Gram-positivo.

Igualmente importante puede ser el falso coral negro (*Gerardia savaglia*), en el que se ha encontrado una lectina que podría ser potencialmente utilizada en el tratamiento del virus de inmunodeficiencia adquirida (VIH)<sup>243</sup>.

También hay que tener en cuenta las nuevas aplicaciones de las proteínas fosforescentes de algunos antozoos para la detección y visualización de células cancerígenas<sup>244</sup>.

Los antozoos tienen un gran potencial farmacéutico ya que una de las características más propias de estos animales son sus células urticantes llenas de veneno; y, como es sabido, los venenos son compuestos muy útiles en medicina. En los de los corales se hallan compuestos muy variados, incluyendo péptidos, proteínas, fosfolípidos, fosfolipasas, glicoproteínas, esteroides, aminas bioactivas

y carbohidratos<sup>245</sup>. Así, por ejemplo, las toxinas paralizantes de las anémonas, como las aisladas en los géneros *Anthopleura* y *Anemonia*, podrían ser utilizadas como anestésicos locales<sup>246</sup>. O la equinotoxina del tomate de mar (*Actinia equina*), podría ser de utilidad para controlar el colesterol<sup>247</sup>.

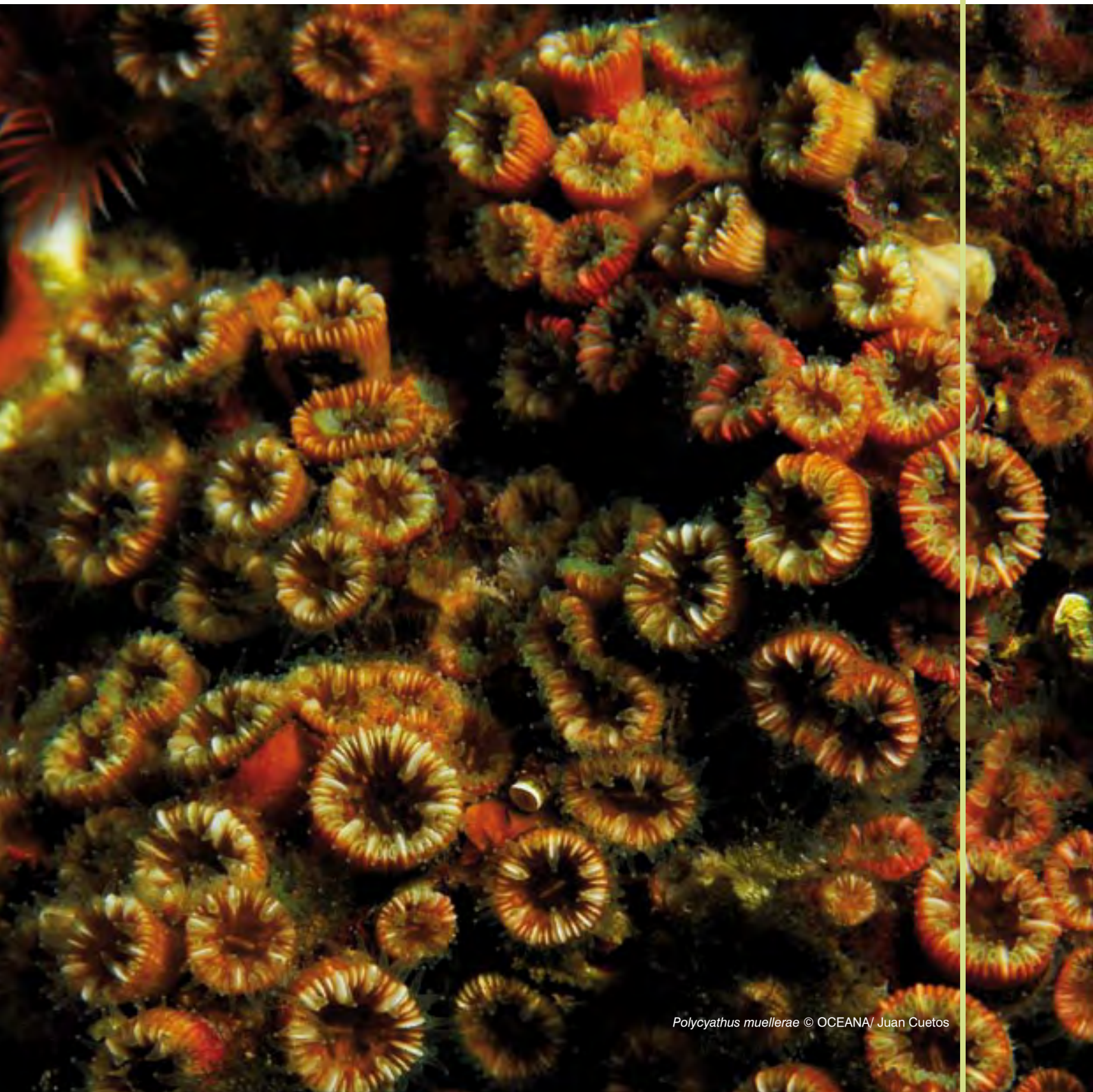


Falso coral negro (*Gerardia savaglia*)  
© OCEANA/ Juan Cuetos



# 09.

## Corales protegidos



Los invertebrados son los grandes olvidados de las legislaciones nacionales, comunitarias e internacionales. Y si éstos son marinos, su situación suele ser aún peor. De ese modo, los corales apenas están presentes en los proyectos y leyes de conservación pese a su gran importancia para los ecosistemas oceánicos.

En la Directiva de Hábitats de la UE, donde se recogen casi un millar y medio de especies en sus anexos, menos de 200 son invertebrados. De ellos, 8 son marinos y 1 es un antozoo. Asimismo, de los casi 200 hábitats recogidos, sólo 9 son marinos y 1 tiene relación directa con corales: los arrecifes.

En la Convención de Berna, de los anexos donde se listan alrededor de 2.000 especies, 130 son invertebrados; poco más de 40 son marinos, de ellos 5 antozoos. Además, en el listado de métodos de captura prohibidos, no se incluye ninguno en el caso de invertebrados, salvo la utilización de explosivos y venenos para crustáceos decápodos.

En la Convención de Washington (CITES) para el control del comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora, los 3 apéndices tienen recogidas casi 35.000 taxones, pero sólo unos 2.100 son de invertebrados. No obstante, en su anexo II, se encuentran bastantes antozoos, ya que se incluyen todas las especies de los órdenes Escleractinia y Antipataria, así como las familias helioporidae y tubiporidae, lo que hace un total de más de 1.200 especies.

En Europa también existen algunas convenciones referidas exclusiva o particularmente al mar. Estas son la Convención de Barcelona (BARCOM) para la protección del Mediterráneo, y la Convención de Oslo-Paris (OSPAR), para el Atlántico Nordeste.

BARCON dispone de diferentes protocolos. Uno de ellos está orientado a la fauna y flora marina y es llamado Protocolo sobre las zonas especialmente protegidas y la diversidad biológica en el Mediterráneo. En él se enumeran unas 120 especies en sus diferentes anexos: 48 son invertebrados, pero sólo 5 son antozoos.

En OSPAR no hay ningún antozoo en sus listas y sólo 2 de los 14 hábitats prioritarios tienen relación con corales: los arrecifes de *Lophelia pertusa* y las asociaciones de plumas de mar y otras especies que pueden enterrarse.

Por otra parte, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), que tiene evaluadas más de 40.000 especies<sup>248</sup>, sólo ha incluido 3 antozoos entre los casi 4.000 invertebrados analizados: la anémona de Ivell (*Edwardsia ivelli*), la anémona de Starlet (*Nematostella vectensis*) y la gorgonia verugosa (*Eunicella verrucosa*): estas dos últimas consideradas vulnerables.



*Paramuricea clavata* © OCEANA/ Juan Cuertos

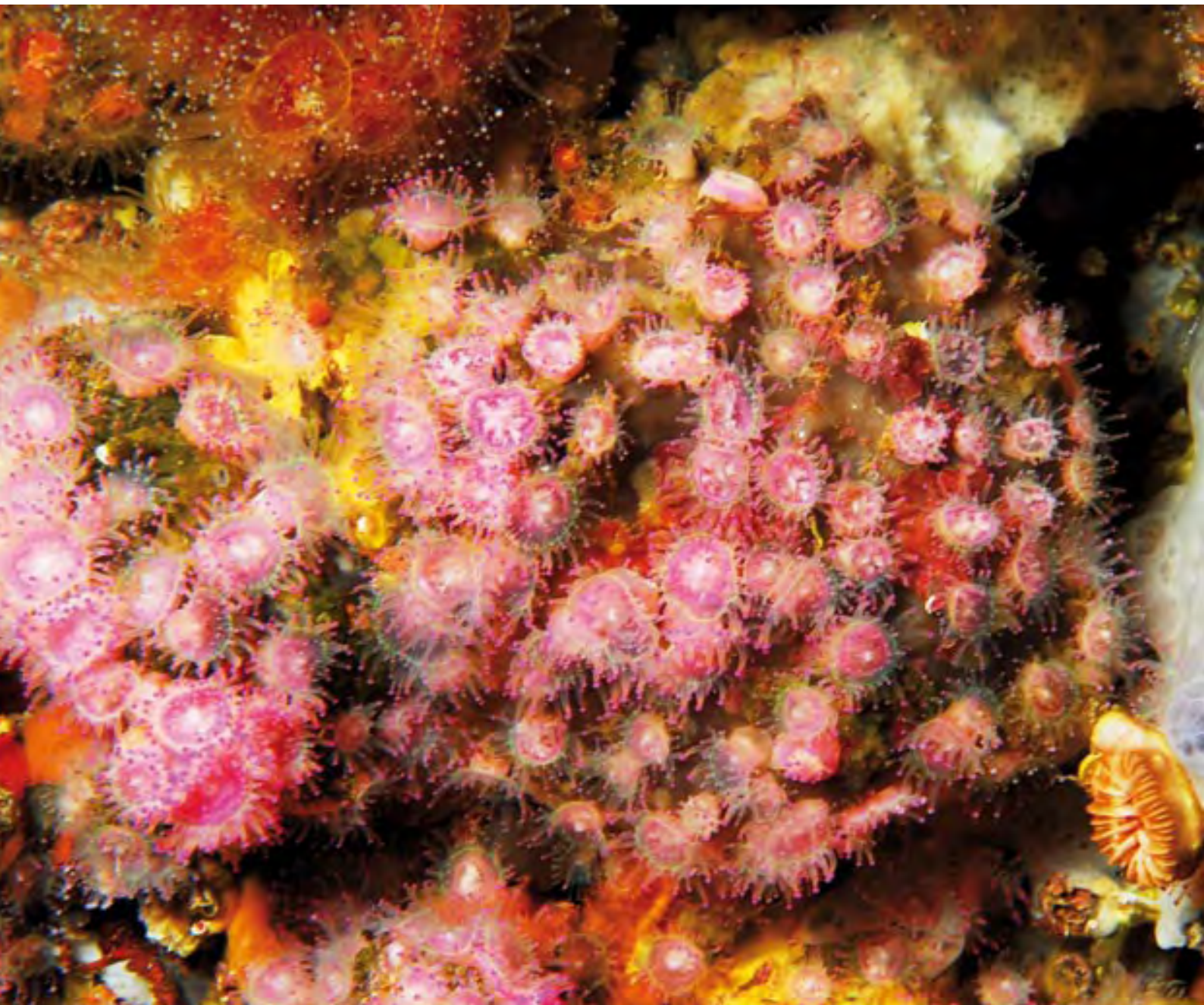
## Corales incluidos en convenios internacionales y leyes europeas

OCTOCORALES	HABITATS	BERNA	BARCON	CITES
<b>Alcyonacea</b>				
<b>Coralliidae</b>				
Corallium rubrum	V	III	III	
<b>HEXACORALES</b>				
<b>Scleractinia</b>				
<b>Caryophyllidae</b>				
Caryophyllia calveri				II
Caryophyllia cyathus				II
Caryophyllia inornata				II
Caryophyllia smithii				II
Ceratotrochus magnaghii				II
Coenocyathus anthophyllites				II
Coenocyathus cylindricus				II
Desmophyllum cristagalli				II
Hoplangia durotrix				II
Lophelia pertusa				II
Paracyathus pulchellus				II
Sphenotrochus andrewianus				II
Polycyathus muelleriae				II
Pourtalesmilia anthophyllites				II
Phyllangia mouchezii				II
Thalamophyllia gastii				II
<b>Faviidae</b>				
Cladocora caespitosa				II
Cladocora debilis				II
<b>Flabellidae</b>				
Javania cailleti				II
Monomyces pygmaea				II
<b>Guyniidae</b>				
Guynia annulata				II
Stenocyathus vermiformis				II
<b>Dendrophylliidae</b>				
Astroides calycularis		II	II	II
Balanophyllia cellulosa				II
Balanophyllia europaea				II
Balanophyllia regia				II
Cladopsammia rolandi				II
Dendrophyllia cornigera				II
Dendrophyllia ramea				II
Leptopsammia pruvoti				II
<b>Oculinidae</b>				
Madrepora oculata				II
Oculina patagonica				II
<b>Pocilloporiidae</b>				
Madracis pharensis				II
<b>Zoanthidea</b>				
<b>Parazoanthidae</b>				
Gerardia savaglia		II	II	
<b>Antipatharia</b>				
Antipathes dichotoma mediterranea		III	III	II
Antipathes gracilis fragilis		III	III	II
Antipathes subpinnata		III	III	II
Bathypathes patula				II
Leiopathes glaberrima				II
Parantipathes larix				II

Menos de un 20% de los corales existentes en el Mediterráneo se hallan incluidos en alguno de los anexos de las convenciones para la protección de la fauna. De ellos, la mayoría (un 85%) sólo son protegidos a través del anexo II de CITES que no establece una protección total, sino un control en su comercialización. Además, este control no abarca a los fósiles de estas especies, a pesar de su importancia en el ecosistema marino, tanto por la formación de arrecifes, como por ofrecer un sustrato óptimo para el asentamiento de nuevas colonias.

Es decir, excluyendo CITES, son 6 las especies de antozoos que se encuentran protegidas por legislaciones comunitarias o convenios internacionales para la protección de la naturaleza firmados y ratificados por la UE, pero sólo 2 se incluyen en los listados de máxima protección (anexo II de Berna y BARCON), mientras el resto se sitúa en listados de especies para las que hay que establecer planes de gestión. Más aún, estas especies de corales no se encuentran protegidas en todo su rango de distribución, sino sólo en el Mediterráneo.

*Corynactis viridis* © OCEANA/ Juan Cuetos



# 10.

## Oceana y los corales



Dada la importancia de los corales, gorgonias y anémonas para el ecosistema marino y el incierto futuro para muchas especies dado el alto número de amenazas y grado de vulnerabilidad, Oceana propone el desarrollo de un Plan de Gestión de los Antozoos en el Mediterráneo que incluya las siguientes medidas:

#### **Prohibición de artes de pesca destructivas sobre fondos de corales**

Una primera medida necesaria para la preservación de los corales es la prohibición del uso de arrastre, dragas y otros artes similares sobre ecosistemas vulnerables, como los formados por corales mencionados más adelante para su inclusión en la Directiva de Hábitats. Esta prohibición debe, asimismo, ser incluida en la aprobación definitiva de un reglamento de pesca para el Mediterráneo.

Igualmente importante es el cumplimiento de las resoluciones ya aprobadas por el CGPM, entre las que se incluyen la protección de la montaña submarina Eratósthenes, la protección del arrecife de *Lophelia pertusa* de Santa Maria di Leuca y las infiltraciones frías de hidrocarburos del Delta del Nilo, además de la protección de arrastrar en fondos de más de 1.000 metros de profundidad. Todas ellas deberán ser recogidas en la legislación comunitaria.

#### **Regulación de la captura de corales**

Para evitar el uso de artes de captura de corales no selectivas y de alto impacto, se debe aprobar la prohibición definitiva del uso de artes de arrastre y otros aparatos mecánicos, incluyendo robots articulados, para la captura de corales. Estos métodos deben ser incluidos tanto en el anexo IV de la Convención de Berna, como en el VI de la Directiva de Hábitats.

Igualmente deben establecerse cuotas, áreas cerradas y tamaños mínimos para el coral rojo o cualquier otro antozoo explotado comercialmente e impedirse la elaboración de pasta de coral procedente de especímenes de pequeño tamaño.

Específicamente para el coral rojo, se debe establecer una disminución de las cuotas de capturas en un 50%, junto con un plan de recuperación y seguimiento de 5 años que evalúe la evolución de la especie para que, en caso de que continúe su disminución se establezca inmediatamente una moratoria en su captura.

#### **Actualización y mejora de las legislaciones europeas y convenciones internacionales de protección de fauna y flora**

Es urgente la inclusión de los hábitats generados o participados por antozoos en el anexo I de la Directiva de Hábitats, incluyendo los diferentes tipos de arrecifes de coral, los jardines de gorgonias, el coralígeno y las asociaciones de antozoos (plumas de mar y gorgonias) en fondos blandos, entre otros.

Por otra parte, muchas especies de corales deberían pasar a formar parte de los anexos de la Directiva de Hábitats y las convenciones de Berna, BARCON y CITES.

Por ejemplo, el anexo I de la Directiva de Hábitats debe incluir: Arrecifes de *Cladocora caespitosa*, arrecifes de corales de profundidad, jardines de gorgonias, asociaciones de *Isidella elongata* y pennatuláceas en fondos de sedimento fino, facies de gorgonias y otros antozoos en coralígeno, montículos carbonatados, elevaciones submarinas (incluyendo montañas, colinas y montículos), escarpes y paredes, y arrecifes fósiles o subfósiles.

En el anexo II de la Directiva de Hábitats deben recogerse todas las especies de antozoos vulnerables o amenazados, empezando por las especies mencionadas a continuación.

En el anexo IV de la Directiva de Hábitats, anexo II de BARCON y anexo II de Berna, deben añadirse, al menos, *Astrooides calycularis*, *Gerardia savaglia*, *Isidella elongata* y *Funiculina quadrangularis*.

El anexo III de BARCOM y el anexo III de Berna tienen que añadir a especies como *Paramuricea clavata*, *Eunicella singularis*, *Cladocora caespitosa*, *Dendrophyllia* sp., y todas las especies de Antipatharia.

En el anexo V de la Directiva de Hábitats, como medida precautoria para evitar su explotación y comercialización abusiva deberían estar incluidas todas las especies de escleractinios y antipatarios.

Dentro del anexo VI de la Directiva de Hábitats y el anexo IV de Berna, según se ha indicado anteriormente, tendrán que estar recogidos las artes de captura prohibidas para la recolección de antozoos, como la barra italiana, la cruz de San Andrés y cualquier arte de arrastre o ingenios mecánicos.

Finalmente, en CITES, *Gerardia savaglia* debería ser incluida en su Apéndice I de máxima protección y *Corallium rubrum* en el Apéndice II.

#### Planes de evaluación y recuperación para especies amenazadas

Dado el gran desconocimiento existente sobre la mayoría de los antozoos mediterráneos y su estado de conservación, debe aprobarse dentro de la Convención de Barcelona, un plan de evaluación de 10 años de duración para conocer el estado de las poblaciones de corales, gorgonias y anémonas en el Mediterráneo.

Una vez terminado este plazo, las diferentes especies de antozoos que resulten en peligro o vulnerables deberán pasar a formar parte de los convenios internacionales y legislaciones europeas para evitar su deterioro. Asimismo, se deberán poner en marcha planes de gestión y recuperación de las especies propuestas para su inclusión en los anexos de estos acuerdos y leyes.

De forma urgente, los primeros estudios deberán centrarse en aquellas especies que corren más peligro (como los escleractinios), los que son explotados comercialmente (como el coral rojo, el falso coral negro, las anémonas, etc.), las que se están viendo más afectadas por mortandades masivas (*Paramuricea clavata*, *Eunicella singularis*, *Cladocora caespitosa*, etc.), las formadoras de hábitats y las especies más desconocidas (como especies del circalitoral inferior y de aguas profundas, i.e. *Viminella flagellum*, *Elisella paraplexauroides*, *Paramuricea macrospina*, *Spinimuricea klavereni*, *Callogorgia verticillata*, etc.).

Además, es muy posible que en los próximos años aparezcan o se descubran nuevos corales en este mar para los que sean necesarios planes de gestión. De hecho, Oceana ha encontrado recientemente una nueva especie en el Mediterráneo sobre la que sólo se tenía conocimiento de su distribución en el océano Atlántico en lugares como el golfo de Vizcaya o las islas Canarias<sup>249</sup>. Se trata de la gorgonia látigo *Spinimuricea atlantica*.

#### Disminución del impacto de actividades antrópicas sobre los corales

Los países mediterráneos, y en especial los europeos, deben ser especialmente escrupulosos a la hora de cumplir con sus compromisos internacionales para la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera con objeto de evitar los efectos nocivos del cambio climático y la acidificación del mar sobre los corales. Más aún, deberían liderar inter-



*Leptogorgia lusitanica* © OCEANA/ Thierry Lanoy

nacionalmente medidas más drásticas para reducir la emisión de gases contaminantes, ya que el Mediterráneo será una de las zonas más afectadas por el cambio climático.

Igualmente deben ponerse en marcha todas las medidas necesarias para evitar el vertido de sustancias contaminantes al mar, así como la ratificación, aplicación y mejora de la Convención Internacional para el Control y Gestión de las Aguas de Lastre y Sedimentos de Buques de la Organización Marítima Internacional (OMI) para evitar el vertido e introducción de especies exóticas.

Tampoco debe permitirse el desarrollo de actividades que pueda afectar negativamente a corales, gorgonias y anémonas, incluyendo

las construcciones costeras, extracciones de áridos, dragados, etc., sin la elaboración de estudios de impacto ambiental y el desarrollo de planes de recuperación.

#### Áreas marinas protegidas

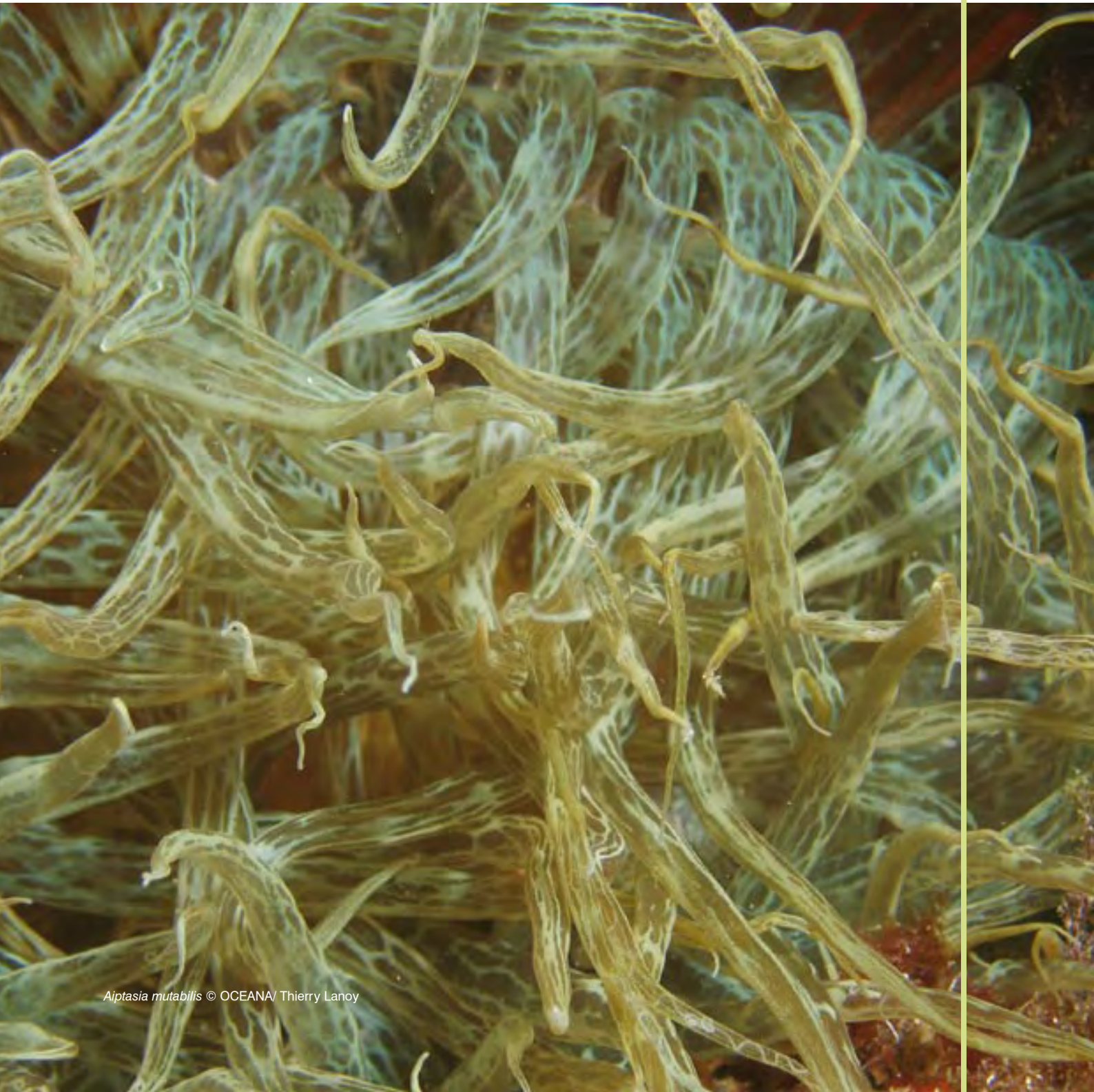
Todos los países mediterráneos deberán tener en cuenta a los antozoos como uno de los valores importantes a la hora de crear reservas marinas y áreas protegidas.

También deben desarrollarse sistemas de control y regulación del buceo deportivo y del fondeo de embarcaciones en fondos vulnerables, incluyendo la elaboración de materiales educativos y de divulgación.



# 11.

## Bibliografía



## 01. Introducción

- 1 |** Scrutton C.T. (1979). Early Fossil Cnidarians. In M.R. House (ed.). *The Origin of Major Invertebrate Groups*. Academic Press, London. Pp. 161-207.
- 2 |** Brands, S.J. (comp.) 1989-2005. *Systema Naturae 2000*. Amsterdam, The Netherlands. [<http://sn2000.taxonomy.nl/>]
- 3 |** Vaughan T.W. & J.W. Wells (1943). Revision of the suborders, families, and genera of the Scleractinia. *Geological Society of America, Special Papers*, 44: 363 pp.,
- 4 |** Marine Biodiversity and Ecosystem Functioning. EU Network of Excellence. <http://www.marbef.org/>
- 5 |** Integrated Taxonomic Information System <http://www.itis.usda.gov/index.html>
- 6 |** Hexacorallians of the World. <http://hercules.kgs.ku.edu/hexacoral/anemone2/index.cfm>

## 02. Características físicas de los corales

- 7 |** Tursi A., Mastrototaro F, Matarrese A., Maiorano P & G. D'onghia (2004) Biodiversity of the white coral reefs in the Ionian Sea (Central Mediterranean). *Chemistry and Ecology*. Volume 20, Supplement 1: 107–116 pp. June 2004.
- 8 |** Velimirov B. (1976) Variations in growth forms of *Eunicella cavolinii* Koch (Octocorallia) related to intensity of water movement. *J exp mar Biol Ecol* 21: 109-117.
- 9 |** Skoufas G. 2006). Comparative biometry of *Eunicella singularis* (Gorgonian) sclerites at East Mediterranean Sea (North Aegean Sea, Greece). *Marine Biology*. Volume 149, Number 6: 1365-1370. September, 2006.
- 10 |** Cohen A.L. & T.A. McConnaughey (2003). A geochemical perspective on coral mineralization, in Dove, P.M., et al., eds., *Biom mineralization: Reviews in Mineralogy and Geochemistry* Volume 54, p. 151–187.
- 11 |** Ries J.B., Stanley S.M. & L.A. Hardie (2006). Scleractinian corals produce calcite, and grow more slowly, in artificial Cretaceous seawater. *Geology* 34 (7):525-528.
- 12 |** Stanley G.D. (2003). The evolution of modern corals and their early history. *Earth-Science Reviews*, Volume 60, Number 3, February 2003, pp. 195-225(31).
- 13 |** Goldberg W.M. (1978). Chemical changes accompanying maturation of the connective tissue skeletons of gorgonian and antipatharian corals. *Mar. Biol.*, 49: 203-210.
- 14 |** Mariscal R.N., Conklin E.J. & C.H. Bigger (1977). The ptychocyst, a major new category of cnida used in tube construction by a cerianthid anemone. *Biol Bull* 1977 152: 392-405.

### 03. Especies de corales en el Mediterráneo

- 15 |** Martin J., Braga J & R. Riding. (1997). Late Miocene Halimeda alga-microbial segment reefs in the marginal Mediterranean Sorbas Basin, Spain. *Sedimentology*. Volume 44 Issue 3 44 Page 441 - June 1997; Martín J.M, J.C. Braga & I. Sánchez-Almazo (1999). The Messinian Record of the Outcropping Marginal Alboran Basin Deposits: Significance and Implications. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, Vol. 161. Zahn R., Comas M.C. & A. Klaus (Eds.), 1999; Karabiyikoglu M., Çiner A. & S. Tuzcu (2003). Miocene reefs evolution within the shelf carbonates and fan delta complexes of the Antalya basin, Southern Turkey. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 5, 09201, 2003. European Geophysical Society 2003; Brachert T., Reuter M., Kroeger K.F, Felis T., Lohmann G. & A. Micheels (2005). Growth Band Analysis in Porites Corals: A fully unexplored Tool in Palaeoclimatology. Late Miocene, Island of Crete (Greece). *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 7, 09730, 2005.
- 16 |** Pomar L. & W.C. Ward (1999). Reservoir-Scale Heterogeneity in Depositional Packages and Diagenetic Patterns on a Reef-Rimmed Platform, Upper Miocene, Mallorca, Spain. *The American Association of Petroleum Geologists (AAPG) Bulletin*, V. 83, No. 11 (November 1999), P.1759–1773.
- 17 |** Hayward A.B. (1982). Coral reefs in a clastic sedimentary environment: Fossil (Miocene, S.W. Turkey) and modern (Recent, Red Sea) analogues. In *Coral Reefs*. Publisher: Springer Berlin / Heidelberg . Issue: Volume 1, Number 2. October 1982: Pp. 109 – 114.
- 18 |** CHAVALIER J.J.P (1977), Aperçu sur la fame corallienne recifale du Naogene. Second Symposium international sur les coraux, et reefs coralliens fossiles, *Mémoires du B.R.G.M.* N.89, s.359-366.
- 19 |** Budd, A. F, Bosellini FR. & T.A. Stemann (1996). Systematics of the Oligocene to Miocene reef coral *Tarbellastraea* in the northern Mediterranean. *Palaeontology*, 39 (3), 515-560.
- 20 |** Tintori A. (1995). Biomechanical fragmentation in shell-beds from the Late Triassic of the Lombardian Basin (Northern Italy). *Preliminary Report*.
- 21 |** Raymond, P.E. (1924), The oldest coral reef: *Vermont State Geologist Report*, 14th, p. 72-76.
- 22 |** Bellwood, D.R. (1996). The Eocene fishes of Monte Bolca: the earliest coral reef fish assemblage. *Coral Reefs*, 15: 11-19.
- 23 |** Bellwood D.R. (2003). Origins and escalation of herbivory in fishes: a functional perspective. *Paleobiology*, 29(1), 2003, pp. 71–83.
- 24 |** Sorbini L. (1983), L'ittiofauna fossile di Bolca e le sue relazioni biogeografiche con i pesci attuali: vicarianza o dispersione? *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 22 (1-2), 109-118.

- 25 |** Taviani M. & the CORTI & COBAS Shipboard Teams (2004). Coral mounds of the Mediterranean Sea: results of EUROMARGINS Cruises CORTI and COBAS. EUROMARGINS Conference, 11-13 November 2004. Palau de les Heures, Barcelona, Spain.
- 26 |** Expedition Scientists (2005). Modern carbonate mounds: Porcupine drilling. IODP Prel. Rept., 307. doi:10.2204/iodp.pr.307.2005.
- 27 |** Taviani M., Corselli C., Freiwald A., Malinverno E., Mastrototaro F, Remia A., Savini A., Tursi A. & the CORAL Shipboard Staff (2003). Pleistocene to recent deep-coral growth on peri-ionic escarpments, Mediterranean basin. Geophysical Research Abstracts, Vol. 5, 10916, 2003.
- 28 |** Ver Oceana (2003). Out of sight but no longer out of mind.
- 29 |** Henry L.A. & J.M. Roberts (2005). First record of *Bedotella armata* (Cnidaria: Hydrozoa) from the Porcupine Seabight: do north-east Atlantic carbonate mound fauna have Mediterranean ancestors? JMBA2 - Biodiversity Records. Published online. November 2005. De Mol, B., Henriët, J.-P. & Canals, M., 2005. Development of coral banks in Porcupine Seabight: do they have Mediterranean ancestors? In Cold-water corals and ecosystems (ed.A. Freiwald and J.M. Roberts), pp.515–533. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. [Erlangen Earth Conference Series, no. 1.]; Henriët, J.-P., De Mol, B., Pillein, S., Vanneste, M., Van Rooij, D., Versteeg, W., Croker, P.F., Shannon, P., Unnithan, V., Bouriak, S., Chachkine, P., and the Porcupine-Belgica 97 Shipboard Party (1998). Gas hydrate crystals may help build reefs. *Nature* (London, U. K.), 391:648–649.
- 30 |** Oceana (2005). The Seamounts of the Gorringe Bank.
- 31 |** Aguirre J. & A.P Jiménez (1998). Fossil analogues of present-day *Cladocora caespitosa* coral banks: Sedimentary setting, dwelling community, and taphonomy (Late Pliocene, W Mediterranean). *Coral Reefs* 17, 203–213; Dornbos S.Q. & M.A. Wilson (1999). Paleoecology of a Pliocene coral reef in Cyprus: recovery of a marine community from the Messinian Salinity Crisis. *Neues Jahrb. Geol. Palaontol. Abh.* 213/1, 103– 118; Bernasconi M.P, Corselli C. & L. Carobene (1997). A bank of the scleractinian coral *Cladocora caespitosa* in the Pleistocene of the Crati valley (Calabria, Southern Italy): growth versus environmental conditions. *Boll. Soc. Paleontol. Ital.* 36 (1– 2), 53– 61; Peirano, A., Morri, C., Mastronuzzi, G. & C.N. Bianchi (1998). The coral *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) as a bioherm builder in the Mediterranean Sea. *Mem. Descr. Carta Geol. Ital.* 52 (1994), 59– 74.
- 32 |** Zibrowius H. (1974). *Oculina patagonica* scléractiniaire hermatypique introduit en Méditerranée, Helgol, *Meeresunters* 26 (1974) 153.
- 33 |** Zibrowius H. (1974). *Oculina patagonica*, Scléractiniaire hermatypique introduit en Méditerranée. *Biomedical and Life Sciences and Earth and Environmental Science*. Volume 26, Number 2 / September, 1974.

- 34** | Zibrowius H. & A.A. Ramos (1983). *Oculina patagonica*, Scléactiniaire exotique en Méditerranée, nouvelles observations dans le Sud-Est de l'Espagne. Rapp. Comm. int. Mer. Médit., 28 (3): 297-301.
- 35** | Bitar G, & H. Zibrowius (1997) Scleractinian corals from Lebanon, Eastern Mediterranean, including a non-lessepsian invading species (Cnidaria: Scleractinia). *Scientia Marina* 61: 227-231.
- 36** | Çinar M.E., Bilecenoglu M., Öztürk B. & A. Can (2006). New records of alien species on the Levantine coast of Turkey. *Aquatic Invasions* (2006) Volume 1, Issue 2: 84-90.
- 37** | De Angelis D'Ossat G. (1908). Altri Zoantari del Terziario Della Patagonia. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires* 3.:93-102.
- 38** | Manuel R.L. (1988). *British Anthozoa (Coelenterata: Octocorallia and Hexacorallia): keys and notes for the identification of the species*. 2nd ed. Leiden, Linnean Society of London, Estuarine and Coastal Sciences Association. (Synopses of the British fauna (New series), No. 18).
- 39** | Stephenson T.A. (1935). *The British sea anemones*, Vol. 2. London, The Ray Society.; Gollasch S. & K. Riemann-Zürneck (1996). Transoceanic dispersal of benthic macrofauna: *Haliplanella lineata* (Verrill, 1898) (Anthozoa, Actinaria) found on a ship's hull in a ship yard dock in Hamburg Harbour, Germany. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 50: 253-258.
- 40** | Kiener A. (1971) Contribution a l'ecologie, la physiologie et l'ethologie de l'actinia *Diadumene luciae* (Verrill). *Bulletin de la Societe Zoologique de France* 96, 581 ± 603
- 41** | Oceana (2005). *Las montañas submarinas de Gorriringe*.

## 04. El hábitat de los corales y los corales como hábitat

- 42** | Kruzic P & A. Pozar-Domac (2002). Skeleton growth rates of coral bank of *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) in lake Veliko jezero (Mljet National Park). *Periodicum Biologorum* 57:61. Vol. 104, No 2, 123–129, 2002
- 43** | Freiwald A. (2002). Reef-forming cold-water corals. In: Wefer, G., Billett, D., Hebbeln, D., Jørgensen, B.B., Schlüter, M., van Weering, T. (Eds.), *Ocean Margin Systems*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- 44** | Thiem Ø., Ravagnan E., Fosså J.H. & J. Berntsen (2006). Food supply mechanisms for cold-water corals along a continental shelf edge. *Journal of Marine Systems* 60 (2006) 207–219.
- 45** | Corselli C., Favali P, Rosso M.A., Spezie G., Taviani M., Etiope G., Tursi A., Remia A. & F. Mastrototaro (2006). The 'Santa Maria di Leuca' *Lophelia* reefs of Mediterranean Sea: State-of-the-art and on-going research. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 8, 05714, 2006.

**46 |** Mortensen, P.B., Hovland, M., Fosså, J.H. & D.M. Furevik (2001). Distribution, abundance and size of *Lophelia pertusa* coral reefs in mid-Norway in relation to seabed characteristics. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 81, 581–597; Rogers, A.D., 1999. The biology of *Lophelia pertusa* (Linnaeus, 1758) and other deep-water reef-forming corals and impacts from human activities. *International Revue of Hydrobiology* 84, 315–406; Kruzic P. & A.. Pozar-Domac (2002). Skeleton growth rates of coral bank of *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) in lake Veliko jezero (Mljet National Park). *Periodicum Biologorum* 57:61. Vol. 104, No 2, 123–129, 2002.

**47 |** Hovland M., Mortensen P.B., Brattegard T., Strass P & K. Rokengen (1998). Ahermatypic coral banks off mid-Norway: evidence for a link with seepage of light hydrocarbons. *Palaios*, 13:189–200; Henriot J.-P., De Mol B., Vanneste M., Huvenne V., Van Rooij D., & the Porcupine-Belgica 97, 98, and 99 Shipboard Parties (2001). Carbonate mounds and slope failures in the Porcupine Basin: a development model involving fluid venting. In Shannon, P.M., Haughton, P., and Corcoran, D. (Eds.), *Petroleum Exploration of Ireland's Offshore Basins*. Geol. Soc. Spec. Publ., 188:375–383.

**48 |** Laborel J. (1987). Marine biogenic constructions in the Mediterranean. *Scientific Reports of Port-Cros National Park*, 13: 97-126.

**49 |** Laborel J. (1960). Contribution à l'étude directe des peuplements benthiques sciaphiles sur substrat rocheux en Méditerranée. *Recueil Travaux Station Marine Endoume*, 33(20): 117-174; Laborel J. (1961). Le concretionnement algal "coralligène" et son importance géomorphologique en Méditerranée. *Recueil Travaux Station Marine d'Endoume*, 23: 37-60.

**50 |** Ballesteros E. (2003). The coralligenous in the Mediterranean Sea. Definition of the coralligenous assemblage in the Mediterranean, its main builders, its richness and key role in benthic ecology as well as its threats. Project for the preparation of a Strategic Action Plan for the Conservation of the Biodiversity in the Mediterranean Region (SAP BIO). RAC/SPA- Regional Activity Centre for Specially Protected Areas 2003.



Cangrejo ermitaño (*Pagurus* sp.) con *Calliactis parasitica*  
© OCEANA/ Juan Cuetos

- 51 |** Laubier L. (1966). Le coralligène des Albères: monographie biocénotique. *Annales Institut Océanographique de Monaco*, 43: 139-316.
- 52 |** Cebrian E., Ballesteros E. & M. Canals (2000). Shallow rocky bottom benthic assemblages as calcium carbonate producers in the Alboran Sea (Southwestern Mediterranean). *Oceanologica Acta*, 23(3): 311-322.
- 53 |** True M.A. (1970). Étude quantitative de quatre peuplements sciaphiles sur substrat rocheux dans la région marseillaise. *Bulletin Institut Océanographique Monaco*, 69(1401): 1-48.
- 54 |** Gili, J.M. 1986. Estudio sistemático y faunístico de los cnidarios de la costa catalana. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. 565 pp.
- 55 |** Zabala M. (1986). Fauna dels briozous dels Països Catalans. *Arxius Secció Ciències I.E.C.*, 84: 1-833.
- 56 |** Templado J., Calvo M., García Carrascosa A.M., Boisset F & J Jiménez (2002). Flora y Fauna de la Reserva Marina de las Islas Columbretes. Secretaría General de Pesca Marítima (SGPM) - Museo Nacional de Ciencia Naturales – Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Madrid 2002.
- 57 |** Templado J. Calvo M., Moreno D., Flores A., Conde F, Abad R., Rubio J., López-Fé C.M. & M. Ortiz (2006). Flora y Fauna de la Reserva Marina y Reserva de Pesca de la Isla de Alborán (J. Templado t M. Clavo, editores). Secretaría General de Pesca Marítima y Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. Madrid, 2006.
- 58 |** Hofricther R. (2005). El Mar Mediterráneo. Fauna, Flora, Ecología. II/1 Guía Sistemática y de identificación. Ediciones Omega. Barcelona. 849 pp.
- 59 |** Micael J., Azevedo J.M.N. & A.C. Costa (2006). Biological characterisation of a subtidal tunnel in São Miguel island (Azores). *Biodiversity and Conservation*. Volume 15, Number 11: 3675-3684. October, 2006; Martí R., Uriz M.J., Ballesteros E. & X. Turon (2004). Benthic assemblages in two Mediterranean caves: species diversity and coverage as a function of abiotic parameters and geographic distance. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* (2004) 84: 557-572 Cambridge University Press; Peckett F (2003). *Caryophyllia inornata*. Southern cup coral. Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Sub-programme [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [cited 11/01/2007]. Available from: <[http://www.marlin.ac.uk/species/Caryophyllia\\_inornata.htm](http://www.marlin.ac.uk/species/Caryophyllia_inornata.htm)>
- 60 |** Marti R., Uriz M.J. & X. Turon (2004). Seasonal and spatial variation of species toxicity in mediterranean seaweed communities: Correlation to biotic and abiotic factors. *Marine ecology progress series [Mar. Ecol. Prog. Ser.]*. Vol. 282, pp. 73-85. 2004; Martí R., Uriz M.J., Ballesteros E. & X. Turon (2004). Benthic assemblages in two Mediterranean caves: species diversity and coverage as a function of abiotic parameters and geographic distance. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* (2004), 84: 557-572 Cambridge University Press.

- 61 |** Boero F, Cicogna F, Pessani D. & R. Pronzato (1991). In situ observations on contraction behaviour and diel activity of *Halcampoides purpurea* var. *mediterranea* (Cnidaria, Anthozoa) in a marine cave. *Marine Ecology*. 1991, vol. 12, no3, pp. 185-192.
- 62 |** Hughes D.J. & R.J.A. Atkinson (1997). A towed video survey of megafaunal bioturbation in the north-eastern Irish Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 77: 635-653.
- 63 |** Hofrichter R. (2005). *El Mar Mediterráneo. Fauna, Flora, Ecología. II/1 Guía Sistemática y de identificación*. Ediciones Omega. Barcelona.
- 64 |** Moreno D. (2004). *Tesoros sumergidos: La flora y fauna marinas*. En Paracuellos, M.; Nevado, J. C. y Mota, J. F. (dir.) (2006). *Entre África y Europa. Historia Natural de la Isla de Alborán*. RENPA, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía). Sevilla.
- 65 |** Cairns mentioned in Roberts S. & M. Hirshfield (2003). *Deep sea corals: Out of sight, but no longer out of mind*. Oceana. Washington, USA.
- 66 |** Cairns S. D. & G. D. Stanley Jr. (1982). Ahermatypic coral banks: Living and fossil counterparts *Proc. Fourth Int. Coral Reef Symp. Manila 1*, 611 (1981).
- 67 |** Cocito S., Bedulli D. & S. Sgorbini (2002). Distribution patterns of the sublittoral epibenthic assemblages on a rocky shoal in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Sci. Mar.*, 66(2): 175-181.
- 68 |** Ballesteros E. & M. Zabala (1993). El bentos: el marc físic. In: *Història Natural de l'arxipèlag de Cabrera* (eds. J. A. Alcover, E. Ballesteros & J. J. Fornós). *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 2: 663-685. CSIC-Ed. Moll. Palma de Mallorca.
- 69 |** Fish J.D. & S. Fish (1989) *A student's guide to the seashore*. Unwin Hyman Ltd., London.
- 70 |** SHICK, J. M., BROWN, W. I., DOLLIVER, E. G. JCKAYAR, S. R. (1979). Oxygen uptake in sea anemones: effects of expansion, contraction, and exposure to air and the limitations of diffusion. *Physiol. Zool.* 52, 50—62; Brafield A.E. & G. Chapman (1983). Diffusion of oxygen through the mesogloea of the sea anemone *Calliactis parasitica*. *J. exp. Biol.* 107, 181-187 (1983).
- 71 |** Kruzic P. & A. Pozar-Domac (2002). Skeleton growth rates of coral bank of *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) in lake Veliko jezero (Mljet National Park). *Periodicum Biologorum* 57:61. Vol. 104, No 2, 123–129, 2002
- 72 |** Tunesi L., Diviacco G. & G. Mo (2001). Observations by submersible on the biocoenosis of the deep-sea corals off Portofino Promontory (Northwestern Mediterranean Sea) In: *Proceedings of the First International Symposium on Deep-sea Corals* (eds JHM Willison, J Hall, S Gass, ELR Kenchington, M Butler, P Doherty), pp. 76-87, Ecology Action Centre and Nova Scotia Museum, Halifax, Nova Scotia.



- 73 |** Gollasch S. & K. Riemann-Zürneck (1996). Transoceanic dispersal of benthic macrofauna: *Haliplanella luciae* (Verrill, 1898) (Anthozoa, Actinaria) found on a ships hull in a shipyard dock in Hamburg harbour, Germany. *Helgoländer Meeresunters.*, 50 (2), 253-258.
- 74 |** Ross D.M. (1959). The Sea Anemone (*Calliactis parasitica*) and the Hermit Crab (*Eupagurus bernhardus*). *Nature* 184, 1161 – 1162; 10 October 1959; Ross D.M. & L. Sutton (1961). The Association between the Hermit Crab *Dardanus arrosor* (Herbst) and the Sea Anemone *Calliactis parasitica* (Couch). *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, Vol. 155, No. 959 (Nov. 21, 1961), pp. 282-291; J. M. Tur (1993). Redescription and biological aspects of *Hormathia alba* (Andres, 1881), a luminescent sea anemone (Anthozoa, Actiniaria). *Helgoland marine Research. Volume 47, Number 2. June, 1993*; Ates R.M.L. (1995) *Pagurus prideaux* and *Adamsia palliata* are not obligate symbionts. *Crustaceana (Leiden)* 68: 522-524.
- 75 |** Gili, J.M. 1986. Estudio sistemático y faunístico de los cnidarios de la costa catalana. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. 565 pp.
- 76 |** Bellan-Santini D., Bellan G., Bitar G. Harmelin J.-G. & G. Pergent (2002). Handbook for interpreting types of marine habitat for the selection of sites to be included in the national inventories of natural sites of conservation interest (G. Pergent, Coord). United Nations Environment Programme Action Plan for the Mediterranean. Regional Activity Centre for Specially Protected Areas. December 2002.
- 77 |** Zibrowius H. & M. Taviani (2005). Remarkable sessile fauna associated with deep coral and other calcareous substrates in the Strait of Sicily, Mediterranean Sea. Erlangen Earth Conference Series. Cold-Water Corals and Ecosystems Part VI. André Freiwald and J. Murray Roberts (Coords).
- 78 |** Schiller C. (1993). Ecology of the symbiotic coral *Cladocora caespitosa* (L.) (Faviidae, Scleractinia) in the Bay of Piran (Adriatic Sea): II. Energy budget. *PS.Z.N.I.: Mar Ecol* 14 (3):221–238
- 79 |** Stambler N. & Z. Dubinsky (1987). Energy relationships between *Anemonia sulcata* and its endosymbiotic zooxanthellae. *Symbiosis (Symbiosis)* 1987, vol. 3, no3, pp. 233-248.
- 80 |** Hofricther R. (2005). *El Mar Mediterráneo. Fauna, Flora, Ecología. II/1 Guía Sistemática y de identificación.* Ediciones Omega. Barcelona. 849 pp.
- 81 |** Banin E., Israely T., Fine M., Loya Y. & E. Rosenberg (2001). Role of endosymbiotic zooxanthellae and coral mucus in the adhesion of the coral-bleaching pathogen *Vibrio shiloi* to its host. *FEMS Microbiology Letters* 199 (1), 33–37.
- 82 |** Goffredo S. (2004) Growth and population dynamics model of the Mediterranean solitary coral *Balanophyllia europaea* (Scleractinia, Dendrophylliidae). *Coral Reefs* 23(3)

- 83** | Fine M., Steindler L. & Y. Loya (2004). Endolithic algae photoacclimate to increased irradiance during coral bleaching. *Marine and Freshwater Research* 55(1) 115-121.
- 84** | Fine M. & Y. Loya (2002) Endolithic algae: an alternative source of photoassimilates during coral bleaching. *Proceedings of the Royal Society of London* 269, 1205-1210.
- 85** | Wirtz P. (1997). Crustacean symbionts of the sea anemone *Telmatactis cricoides* at Madeira and the Canary Islands. *Journal of Zoology*, 242, 799-811.
- 86** | Moyses J. (1971). Settlement and growth pattern of the parasitic barnacle *Pyrgoma anglicum*, *En Proc. IV Eur. Mar. Biol. Symp.*, ed. D.J. Crisp (1971) 125-141, Cambridge University Press.
- 87** | Ballesteros E. (2003). The coralligenous in the Mediterranean Sea. Definition of the coralligenous assemblage in the Mediterranean, its main builders, its richness and key role in benthic ecology as well as its threats. Project for the preparation of a Strategic Action Plan for the Conservation of the Biodiversity in the Mediterranean Region (SAP BIO). RAC/SPA- Regional Activity Centre for Specially Protected Areas 2003.
- 88** | Diesel R. (1986). Population dynamics of the commensal spider crab *Inachus phalangium* (Decapoda: Maiidae). *Marine Biology*. Volume 91, Number 4: 481-489. June, 1986
- 89** | Wirtz P. (1997). Crustacean symbionts of the sea anemone *Telmatactis cricoides* at Madeira and the Canary Islands. *Journal Zoology London*, 242, pp 799-811.
- 90** | Pölzer W. (1994). Der Anemonenfisch im Mittelmeer. *Gobius bucchichi* i. - *DATZ* 49: 233-234; Abel E.F. (1960). Liaison facultative d'un poisson (*Gobius bucchichii* Steindachner) d'une anemone (*Anemonia sulcata* Penn.) en Mediterranee. *Vie et Milieu* 11: 517-531.

## 05. La reproducción de los corales

- 91** | Fautin D.G. (2002). Reproduction of Cnidaria. *Canadian Journal of Zoology*, 80:1735-1754.
- 92** | Harrison P.L., Babcock R.C., Bull G.D., Oliver J.K., Wallace C.C. & B.L. Willis (1984). Mass spawning in tropical reef corals. *Science* (Washington, D.C.), 223: 1186–1189; Babcock R.C., Bull G.D., Harrison P.L., Heyward A.J., Oliver J.K., Wallace C.C. & B.L. Willis (1986). Synchronous spawning of 105 scleractinian coral species on the Great Barrier Reef. *Mar. Biol. (Berl.)*, 90: 379–394.

- 93** | Ryland J.S. & R.C. Babcock (1991). Annual cycle of gametogenesis and spawning in a tropical zoanthid, *Protopalythoa* sp. *Hydrobiologia*, 216/217: 117–123. [Published also in *Coelelenterate biology: recent research on Cnidaria and Ctenophora*. 1991. Edited by R.B. Williams, P.F.S. Cornelius, R.G. Hughes, and E.A. Robson. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands. pp. 117–123.]
- 94** | Aliño P.M. & J.C. Coll (1989). Observations of the synchronized mass spawning and post-settlement activity of octocorals on the Great Barrier Reef, Australia: biological aspects. *Bull. Mar. Sci.* 45: 697–707.
- 95** | Coll, J.C., Bowden B.F., Meehan G.V., König G.M., Carroll A.R., Tapiolas D.M., Aliño P.M., Heaton A., De Nys R., Leone P.A., Maida M., Aceret T.L., Willis R.H., Babcock R.C., Willis B.L., Florian Z., Clayton M.N. & R.L. Miller (1994). Chemical aspects of mass spawning in corals. I. Sperm-attractant molecules in the eggs of the scleractinian coral *Montipora digitata*. *Mar. Biol.* 118:177–182.; Coll J.C., Leone P.A., Bowden B.F., Carroll A.R., König G.M., Heaton A., de Nys R., Maida M., Aliño P.M., Willis R.H., Babcock R.C., Florian Z., Clayton M.N., Miller R.L. & P.N. Alderslade (1995). Chemical aspects of mass spawning in corals. II. (-)-Epi-thunbergol, the sperm attractant in the eggs of the soft coral *Lobophytum crassum* (Cnidaria: Octocorallia). *Mar. Biol.* 123:137–143.
- 96** | Coma R., Zabala M. & J.-M. Pili (1995). Sexual reproductive effort in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 117: 185–192.
- 97** | Coma R., Ribes M., Zabala M. & J.-M. Gili (1995). Reproduction and cycle of gonadal development in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Marine Ecology Progress Series*, 117, 173-183.
- 98** | Babcock R. (1995). Synchronous multispecific spawning on coral reefs: potential for hybridization and roles of gamete recognition. *Reprod. Fertil. Dev.* 7: 943–950.
- 99** | Kenyon J.C. (1993). Chromosome number in ten species of the coral genus *Acropora*. In *Proceedings of the 7th International Coral Reef Symposium, Guam, Micronesia, 22–27 June 1992*. Vol. 1. Edited by R.H. Richmond. University of Guam Marine Laboratory, Mangilao. pp. 471–475.
- 100** | Szmant A.M., Weil E., Miller M.W. & D.E. Colón (1997). Hybridization within the species complex of the scleractinian [sic] coral *Montastraea annularis*. *Mar. Biol. (Berl.)*, 129: 561–572.
- 101** | Coma R., Zabala M. & J.M. Gili (1995). Sexual reproductive effort in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Marine Ecology Progress Series*, 117; 185-192
- 102** | Shaw P.W. (1989). Seasonal patterns and possible long-term effectiveness of sexual reproduction in three species of sagartiid sea anemones. In *Reproduction, genetics and distributions of marine organisms*. Edited by J.S. Ryland and P.A. Tyler. Olsen and Olsen, Fredensborg, Denmark. pp. 189–199

- 103 |** Gashout S.E. & G.F Ormond (1979). Evidence for parthenogenetic reproduction in the sea anemone *Actinia equina* L. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 59: 975–987.
- 104 |** Chadwick-Furman, N.E. & M. Spiegel (2000). Abundance and clonal replication in the tropical corallimorpharian *Rhodactis rhodostoma*. *Invertebr. Biol.* 119: 351–360: Ryland J.S. (1997). Budding in *Acrozoanthus* Saville-Kent, 1893 (Anthozoa: Zoanthidea). In *Coelenterate Biology: Proceedings of the 6th International Congress of Coelenterate Biology, The Leeuwenhorst, Nordwijkerhout, the Netherlands, 16–21 July 1995*. Edited by J.C. den Hartog. Nationaal Natuurhistorisch Museum, Leiden, the Netherlands. pp. 423–428.
- 105 |** Schmidt H. (1970). *Anthopleura stellula* (Actiniaria, Actiniidae) and its reproduction by transverse fission. *Mar. Biol. (Berl.)*, 5: 245–255.
- 106 |** Fabricius K. & A. Alderslade (2001). *Soft corals and sea fans*. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Queensland.
- 107 |** Cairns S.D. (1988). Asexual reproduction in solitary Scleractinia. In *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium, Townsville, Queensland, Australia, 8–12 August 1988*. Vol. 2. Edited by J.H. Choat, D. Barnes, M.A. Borowitzka, J.C. Coll, P.J. Davies et al. Sixth International Coral Reef Symposium Executive Committee. pp. 641–646.
- 108 |** Mire P & S. Venable (1999). Programmed cell death during longitudinal fission in a sea anemone. *Invertebr. Biol.* 118: 319–331.
- 109 |** Pearse V.B. (2002). Prodigies of propagation: the many modes of clonal replication in boloceroidid sea anemones (Cnidaria, Anthozoa, Actiniaria). *Invertebr. Reprod. Dev.* 41: 201–213.
- 110 |** Miller K. & K. Grange (1997). Population genetic studies of antipatharian black corals from Doubtful and Nancy Sounds, Fiordland, New Zealand. In *Coelenterate Biology: Proceedings of the 6th International Congress of Coelenterate Biology, The Leeuwenhorst, Nordwijkerhout, the Netherlands, 16–21 July 1995*. Edited by J.C. den Hartog. Nationaal Natuurhistorisch Museum, Leiden, the Netherlands. pp. 353–363
- 111 |** Vighi M. (1970) Ricerche sul ciclo reproduction del corallo rosso [*Corallium rubrum* (L)] del Promon torio di Por@no. *Atti accad Lincei Roma (Ser 8)* 10: 1-26.
- 112 |** Coma R., Ribes M., Zabala M. & J.-M. Gili (1995) Reproduction and cycle of gonadal development in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 117: 173-183
- 113 |** Weinberg S. & F. Weinberg (1979) The life cycle of a gorgonian: *Eunicella singularis* (Esper 1794). *Bijdr Dierkd* 48:127–140

- 114** | Santangelo G., Maggi E., Bramanti L. & L. Bongiorni (2004). Demography of the over-exploited Mediterranean red coral (*Corallium rubrum* L. 1758). *Scientia Marina*, 2004, suplemento 1(68): 199-204
- 115** | Goffredo S., Mezzomonaco L. & F Zaccanti (2004). Genetic differentiation among populations of the Mediterranean hermaphroditic brooding coral *Balanophyllia europaea* (Scleractinia: Dendrophylliidae). *Marine Biology*. Volume 145, Number 6: 1075-1083. November, 2004
- 116** | Munro L. (2004). Determining the reproductive cycle of *Eunicella verrucosa*. *Reef Research*: ETR 11. July 2004.
- 117** | Weinberg S. & F Weinberg (1979). The life cycle of a gorgonian: *Eunicella singularis* (Esper, 1794). *Bijdragen tot de dierkunde*, 48, 127-140.
- 118** | Coma R., Ribes M., Zabala M. & J.-M. Gili (1995). Reproduction and cycle of gonadal development in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*, *Marine Ecology Progress Series* 117, 173-183.
- 119** | Santangelo G., Carletti E., Maggi E. & L. Bramanti (2003b) Reproduction and population sexual structure of the overexploited Mediterranean red coral *Corallium rubrum*. *Mar Ecol Prog Ser* 248:99–108.
- 120** | Burgess S.N. & R.C. Babcock (2003). Ecological Aspects of Deep-Sea Scleractinians in the New Zealand Region 2nd International Symposium on Deep-Sea Corals September 8th-13th 2003. Erlangen, Germany.
- 121** | Kinzie R.A., III (1996). Modes of speciation and reproduction in archaeocoeniid corals. *Galaxea*, 13: 47–64.
- 122** | Fadlallah Y.H. (1983). Sexual reproduction, development and larval biology in scleractinian corals. A review. *Coral Reefs* 2:129-150.
- 123** | Vermeij M.J.A., Sampayo E., Bröker K. & R.P.M. Bak (2004). The reproductive biology of closely related coral species: gametogenesis in *Madracis* from the southern Caribbean. *Coral Reefs*. Volume 23, Number 2: 206-214. July, 2004.
- 124** | Goffredo S., Telò T. & F Scanabissi (2000). Ultrastructural observations of the spermatogenesis of the hermaphroditic solitary coral *Balanophyllia europaea* (Anthozoa, Scleractinia). *Zoomorphology*, 119: 231–240.
- 125** | Kahng S.E., Toonen R., Benayahu Y., Wagner D. & G. Concepcion (2006). Reproduction and developmental characteristics of the alien octocoral *Carijoa riisei* in Hawai'i. 2004-2005 HCRI-RP Final Report. January 31, 2006.

**126 |** Ben-David-Zaslow R., Henning G., Hofmann D.K. & Y. Benayahu (1999). Reproduction in the Red Sea soft coral *Heteroxenia fuscescens*: seasonality and long-term record (1991 to 1997). *Marine Biology* 133: 553-59.

**127 |** MacFadden C. (2001). A molecular phylogenetic analysis of reproductive trait evolution in the soft coral genus *Alcyonium*. *Evolution* 55(1): 54-67.

## 06. Lucha por la supervivencia

**128 |** Anthony K.R.N., Connolly S.R. & B.L. Willis (2002). Comparative Analysis of Energy Allocation to Tissue and Skeletal Growth in Corals. *Limnology and Oceanography*, Vol. 47, No. 5 (Sep., 2002), pp. 1417-1429; Jokiel P.L. (1998). Energetic cost of reproduction in the coral *Pocillopora damicornis*: a synthesis of published data. *Reproduction in Reef Corals. Results of the 1997 Edwin W. Pauley Summer Program in Marine Biology*. Cox E.F, Krupp D.A. & P.L. Jokiel (Ed). University of Hawai'i. Hawai'i Institute of Marine Biology. Technical Report No. 42. September 1998.

**129 |** Zilberberg C. & P.J. Edmunds (2001). Competition among small colonies of *Agaricia*: the importance of size asymmetry in determining competitive outcome. *Marine Ecology. Progress Series*. Vol. 221: 125-133, 2001.

**130 |** Sheppard C.R.C. (1982). Coral populations on reef slopes and their major controls. *Marine Ecology. Progress Series* 7 : 83-115; Chornesky A. (1984). The Consequences of Direct Competition between Scleractinian Reef Corals: Development and Use of Sweeper Tentacles. Dissertation presented to the Faculty of the Graduate School of The University of Texas at Austin in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy. The University of Texas, 1984.

**131 |** Kass-Simon G. & A.A. Scappaticci Jr. (2002). The behavioral and developmental physiology of Nematocysts. *Can. J. Zool.* 80: 1772-1794 (2002)

**132 |** Purcell J.E. (1977). Aggressive function and induced development of catch tentacles in the sea anemone *Metridium senile* (Coelenterata, Actiniaria). *Biol. Bull. (Woods Hole, Mass.)*, 153: 356-368.

**133 |** Watson G.M. & R.N. Mariscal (1983). The development of a sea anemone tentacle specialized for aggression: morphogenesis and regression of the catch tentacle of *Haliplanella luciae* (Cnidaria, Anthozoa). *Biol. Bull. (Woods Hole, Mass.)*, 164: 506-517.

**134 |** Coma R., Pola E., Ribes M. & M. Zabala (2003). Long-Term Assessment of Temperate Octocoral Mortality Patterns, Protected vs. Unprotected Areas. *Ecological Applications*. Vol. 14, No. 5, pp. 1466-1478.

**135** | Weinbauer M.G. & B.Velimirov (1996). Population Dynamics and Overgrowth of the Sea Fan *Eunicella cavolini* (Coelenterata: Octocorallia) Estuarine, Coastal and Shelf Science, Volume 42, Number 5, 1996, pp. 583-595(13).

**136** | Irving, R.A. 2004. *Leptopsammia pruvoti* at Lundy – teetering on the brink? Porcupine Marine Natural History Society Newsletter, 15: 29-34; Jackson A. (2000). Sea fan anemone, *Amphianthus dhornii*. Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Sub-programme [On-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. [cited 29 July 2002]. Available from: <http://www.marlin.ac.uk>

**137** | Peirano A., Morri C., Bianchi C.N., Aguirre J., Antonioli F., Calzetta G., Carobene L. Mastronuzzi G., & P.Orri (2004). The Mediterranean coral *Cladocora caespitosa*: a proxy for past climate fluctuations? *Global and Planetary Change* 40 (2004) 195–200; Tsounis G. (2005) Demography, Reproductive Biology and Trophic Ecology of Red Coral (*Corallium rubrum* L.) at the Costa Brava (NW Mediterranean): Ecological Data as a Tool for Management. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Natural Sciences. University of Bremen Fachbereich 2 January 2005; Adkins J.F, Henderson G.M., Wang S.-L., O’Shea S. & F.Mokadem (2004). Growth rates of the deep-sea scleractinia *Desmophyllum cristagalli* and *Enallopsammia rostrata*. *Earth and Planetary Science Letters* 227 (2004) 481–490; Risk M.J., Heikoop J.M, Snow M.G. & R. Beukens (2002). Lifespans and growth patterns of two deep-sea corals: *Primnoa resedaeformis* and *Desmophyllum cristagalli*. *International Deep-Sea Coral Symposium No1, Halifax , CANADA (31/07/2000)* *Hydrobiologia* 2002, vol. 471, pp. 125-131; Andrews A.H., Cordes E.E., Mahoney M.M., Munk K., Coale K.H., Cailliet G.M. & J. Heifetz (: Age, growth and radiometric age validation of a deep-sea, habitat-forming gorgonian (*Primnoa resedaeformis*) from the Gulf of Alaska, *International Deep-Sea Coral Symposium No1, Halifax , CANADA (31/07/2000)*. *Hydrobiologia*, 2002, vol. 471 (1 p.1/4), pp. 101-110. pp. 101–110; Mortensen P.B. & H.T. Rapp (1998). Oxygen and carbon isotope ratios related to growth line patterns in skeletons of *Lophelia pertusa* (L) (Anthozoa, Scleractinia): Implications for determination of linear extension rates. *Sarsia* 83: 433–446; Goffredo S., Mattioli G. & F.Zaccanti (2004). Growth and population dynamics model of the Mediterranean solitary coral *Balanophyllia europaea* (Scleractinia, Dendrophylliidae). *Coral Reefs* (2004) 23: 433–443; Cheng H., Adkins J., Lawrence Edwards R. & E.A. Boyle (2000). U-Th dating of deep-sea corals *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 64, No. 14, pp. 2401–2416, 2000; Adkins J.F & E.A. Boyle (1997) Changing atmospheric D14C and the record of paleo-ventilation ages. *Paleoceanography* 12, 337–344; Kruzic P & A. Pozar-Domac (2002). Skeleton growth rates of coral bank of *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) in lake Veliko jezero (Mljet National Park). *Periodicum Biologorum* 57:61. Vol. 104, No 2, 123–129, 2002; Bullimore B. (1987). Skomer Marine Reserve subtidal monitoring project. Photographic monitoring of subtidal epibenthic communities 1986. Nature Conservancy Council CSD Report, No. 744; Fowler S.L. & G.M. Pilley (1992). Report on the Lundy and Isles of Scilly marine monitoring programmes 1984 to 1991. Report to English Nature from The Nature Conservation Bureau Ltd.; Garrabou J. & J.G. Harmelin (2002). A 20-year study on life-history traits of a harvested long-lived temperate coral in the NW Mediterranean: insights into conservation and management needs. *Journal of Animal Ecology* 71 (6), 966–978; Coma R., Ribes M., Zabala M. & M.-J. Gili (1998). Growth in a modular colonial marine invertebrate. *Estuarine, coastal and shelf science*. 1998, vol. 47, no4, pp. 459-470.

- 138** | Roark E.B., Guilderson T.P., Dunbar R.B. & B.L. Ingram (2006). Radiocarbon-based ages and growth rates of Hawaiian deep-sea corals. *Marine Ecology. Progress Series*. Vol. 327: 1–14, 2006.
- 139** | Hillaire-Marcel C., Pons-Branchu E., Ghaleb B., Williams B. & D. Sinclair (2005). U-Series Systematics in Deep Corals (238u-234u-230th-226ra-210pb): Implications for their Trace-Element Study and Dating. ASLO Summer meeting. Santiago de Compostela, Spain. 19-24 June 2005.
- 140** | Wilson M.T., Andrews A.H., Brown A.L. & E.E. Cordes (2002), Axial rod growth and age estimation of the sea pen, *Halipteris willemoesi* Kolliker, *Hydrobiologia*, 471, 133– 142.
- 141** | Mitchell N.D., Dardeau M.R. & W.W. Schroeder (1993). Colony morphology, age structure, and relative growth of two gorgonian corals, *Leptogorgia hebes* (Verrill) and *Leptogorgia virgulata* (Lamarck), from the northern Gulf of Mexico. *Coral reefs*. Volume 12, Number 2: 65-70. July, 1993.
- 142** | Goffredo S. (2004) Growth and population dynamics model of the Mediterranean solitary coral *Balanophyllia europaea* (Scleractinia, Dendrophylliidae). *Coral Reefs* 23(3).
- 143** | Kramarsky-Winter E. & Y. Loya (2000). Tissue regeneration in the coral *Fungia granulosa*: the effect of extrinsic and intrinsic factors. *Mar. Biol.* 137: 867-873; Bak R.P.M. & M.S. Engel (1979). Distribution, abundance and survival of juvenile hermatypic corals (Scleractinia) and the importance of life history strategies in the parent coral community. *Mar. Biol.* 54: 341-352; Jackson J.B.C. (1979). Morphological strategies of sessile animals. In: Rosen, B.R. & G. Larwood (Eds.) *Biology and Systematics of Colonial Animals*. Academic Press, New York, pp 499-555.
- 144** | Bavestrello G., Cerrano C., Zanzi D. & R. Cattaneo-Vietti (1997). Damage by fishing activities to the Gorgonian coral (*Paramuricea clavata*) in the Ligurian Sea. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Vol 7, No. 3: 253-262. 1997
- 145** | Sebens K.P & A.S. Johnson (1991). Effects of water movement on prey capture and distribution of reef corals. *Hydrobiologia*. 226:91-102.
- 146** | O'Brien T.L. (2005). The symbiotic association between intracellular zoochlorellae (chlorophyceae) and the coelenterate *Anthopleura xanthogrammica*. *Journal of Experimental Zoology*. Volume 211, Issue 3, Pages 343 – 355.
- 147** | Schlichter D. (1982). Nutritional Strategies of Cnidarians: The Absorption, Translocation and Utilization of Dissolved Nutrients by *Heteroxenia fuscescens*. *American Zoologist* 1982 22(3):659-669.
- 148** | Freiwald A. (2002). Reef-forming cold-water corals. In: Wefer, G., Billett, D., Hebbeln, D., Jørgensen, B.B., Schlüter, M., van Weering, T. (Eds.), *Ocean Margin Systems*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.



- 149** | Chintiroglou Ch. & A. Koukouras (1992). The feeding habits of three Mediterranean sea anemone species, *Anemonia viridis* (Forskål), *Actinia equina* (Linnaeus) and *Cereus pedunculatus* (Pennant). *Helgoland Marine Research*. Volume 46, Number 1: 53-68. March, 1992.
- 150** | Coma R., Gili J.-M., Zabala M. & T. Riera (1994) Feeding and prey. capture cycles in the aposymbiotic gorgonian *Paramuricea. clavata*. *Marine Ecology Progress Series* 115 : 257-270.
- 151** | López González P Megina C. & J.-M. Gili (2002). El bosque animado. De cerca. Investigación y Ciencia. Julio 2000.
- 152** | Sabelli B., Giannuzzi-Savelli R. & D. Bedulli (1990): Catalogo annotato dei molluschi marini del Mediterraneo – Annotated check-list of Mediterranean marine mollusks, 1: XIV + 348 pp. Libreria Naturalistica Bolognese, Bologna.
- 153** | Richter, A. y Luque, Á, A., 2004. Intracapsular development and nutrition of two Mediterranean coralliophilids, *Coralliophila meyerendorffii* and *Babelomurex cariniferus* (Neogastropoda). *World Congress of Malacology*. Perth, Western Australia, 2004.
- 154** | Richter, A. & Luque, A. A., 2004. *Epitonium dendrophylliae* (Gastropoda: Epitoniidae) feeding on *Astroides calycularis*. (*Journal of Molluscan Studies*, 70(1): 119-121.
- 155** | Cattaneo-Vietti R., Chemello R. & R. Giannuzzi-Savelli (1990) Eds. Atlas of Mediterranean nudibranchs [Atlante dei nudibranchi del Mediterraneo]. Roma: Editrice La Conchiglia, 1990. 264 pp.
- 156** | Salazar-Vallejo S.I. (1997). Anfinómidos y eufrosínidos (Polychaeta) del Caribe Mexicano con claves par alas especies reconocidas del Gran Caribe. *Rev. Biol. Trop.* 44(3)/45(1): 379-390.
- 157** | Vreeland H.V. & H.R. Lasker (1989). Selective feeding of the polychaete *Hermodice carunculata* Pallas on Caribbean gorgonians. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol. 129, no. 3, pp. 265-277. 1989.
- 158** | Witman J.D. (1988). Effects of predation by the fireworm *Hermodice carunculata* on milleporid hydrocorals. *Bulletin of Marine Science*. Vol. 42, no. 3, pp. 446-458. 1988.
- 159** | Sussman M., Loya Y., Fine M. & E. Rosenberg (2003). The marine fireworm *Hermodice carunculata* is a winter reservoir and spring-summer vector for the coral-bleaching pathogen *Vibrio shiloi*. *Environmental Microbiology*. Volume 5, Number 4, April 2003, pp. 250-255(6).
- 160** | Jarvis J.H. & P.E. King (1972). Reproduction and development in the pycnogonid *Pycnogonum littorale*. *Marine Biology* Volume 13, Number 2: 146-154. March, 1972.
- 161** | Behrens W. (1984). Larvenentwicklung und Metamorphose von *Pycnogonum littorale* (Chelicerata, Pantopoda). *Zoomorphology*. Volume 104, Number 5: 266-279. October, 1984.

**162 |** Abbiati M., Buffoni G., Dicola G. & G. Santagelo (1991) Red coral population dynamics: stability analysis and numerical simulation of time evolution of perturbed states. In: Ravera O. (ed) *Terrestrial and aquatic ecosystems: perturbation and recovery*. Ellis Horwood, New York, p 219–228.

**163 |** M. J. Cormier, K. Hori, Y. D. Karkhanis, J. M. Anderson, J. E. Wampler, J. G. Morin and J. W. Hastings. “Evidence for Similar Biochemical Requirements for Bioluminescence Among the Coelenterates”, *J. Cell. Physiol.*, 81, 291-298 (1973).

**164 |** Shimomura O. & F.H. Johnson (1979). Comparison of the amounts of key components in the bioluminescence system of various coelenterates. *Comp. Biochem. Physiol.* 1979, 64B, 105–107.

**165 |** Herring P.J. (1991). Observations on bioluminescence in some deep-water anthozoans. *Hydrobiologia* 216/217: 573-579; Titschack H. (1965). Untersuchungen über das Leuchten der Seefeder *Veretillum cynomorium* (Pallas). *Vie et Milieu* 15: 547-563; Titschack H. (1966). Über die Lumineszenz und ihre Lokalisation bei Seefedern. *Zoologischer Anzeiger, Supplementband* 29, 1965(1966):120-131; Nicol J.A.C. (1958). Observations on the luminescence of *Pennatula phosphorea*, with a note on the luminescence of *Virgularia mirabilis*. *Journal of the marine biological Association of the United Kingdom* 37: 551-563; Panceri P. (1872). Études sur la Phosphorescence des Animaux Marins. II. Du siège du mouvement lumineux dans les Méduses; III. Organes lumineux et lumière des Pennatules; VI. Sur un Pennatulaire phosphorescent encore inconnu dans les environs de Naples (*Cavernularia pusilla*); IX. Des organes lumineux et de la lumière des Béroïdiens. *Annales des Sciences Naturelles, sér. 5 (Zoologie)* 16 (8): 1-66.

**166 |** Williams G.C. (2000). First record of a bioluminescent soft coral: Description of a disjunct population of *Eleutherobia grayi* (Thomson and Dean, 1921) from the Solomon Islands, with a review of bioluminescence in the Octocorallia. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 52 (17): 209-255.

**167 |** Muzik K. (1978). A bioluminescent gorgonian, *Lepidisis olapa*, new species (Coelenterata: Octocorallia), from Hawaii. *Bulletin of Marine Science* 28(4): 735-741; Harvey E.N. (1952). *Bioluminescence*. Academic, New York.

**168 |** Tur J. M. (1993). Redescription and biological aspects of *Hormathia alba* (Andres, 1881), a luminescent sea anemone (Anthozoa, Actiniaria). *Helgoland marine Research*. Volume 47, Number 2. June, 1993

**169 |** Matz M.V., Fradkov A.F., Labas Y.A., Savitsky A.P., Zaraisky A.G., Markelov M.L., and S.A. Lukyanov (1999). Fluorescent proteins from nonbioluminescent Anthozoa species. *Nature biotechnol.* 17, 969-973; Wiedenmann J., Röcker C. & W. Funke (1999). The morphs of *Anemonia* aff. *Sulcata* (Cnidaria, Anthozoa) in particular consideration of the ectodermal pigments. In *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Band 29*, J. Pfadenhauer, ed. (Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag), 497-503.

- 170** | McFarlane I.D. & I.D. Lawn (1991). The senses of sea anemones: responses of the SS1 nerve net to chemical and mechanical stimuli. *Hydrobiologia*. Volume 216-217, Number 1: 599-604. June, 1991; Parker G.H. (1916). Locomotion of Sea-Anemones. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 2, No. 8 (Aug. 15, 1916), pp. 449-450
- 171** | Hofrichter R. (2005). *El Mar Mediterráneo. Fauna, Flora, Ecología. II/1 Guía Sistemática y de identificación*. Ediciones Omega. Barcelona. 849 pp.
- 172** | Shoukr F.A. (2004). Ecology of some benthic cnidarians inhabiting marine environment in Egypt. Electronic internet document available at <http://www.marine.tanta.8m.net/> Published by the author, web page established December, 2004.
- 173** | Josephson R.K. & S.C. March (1966). The Swimming Performance Of The Sea-Anemone *Bolocerooides*. *J. Exp Biol.* (1966), 44, 493-506.
- 174** | Ross D.M. & G.A. Horridge (1957). Responses of *Cerianthus* (Coelenterata). *Nature* 180:1386–1370; Collins A.G., Lipps J.H. & J.W.Valentine (2000). Modern mucociliary creeping trails and the bodyplans of Neoproterozoic trace-makers. *Paleobiology*, 26(1), 2000, pp. 47–55
- 175** | Shimek R.L. (23005). *The Life and Death of Sea Pens. Reefkeeping*. August 2005.

## 07. Amenazas para los corales

- 176** | Sutherland K.P, Porter J.W. & C. (2004). Disease and immunity in Caribbean and Indo-Pacific zooxanthellate corals. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 266: 273–302, 2004.
- 177** | Smith G.W., Harvell C.D. & K. Kim (1998). Response of sea fans to infection with *Aspergillus* sp. (Fungi). *Rev Biol Trop* 46:205–208; Geiser D.M., Taylor J.W., Ritchie K.B. & G.W. Smith (1998). Cause of sea fan death in the West Indies. *Nature* 394:137–138.
- 178** | Frias-Lopez J., Bonheyo G.T., Jin Q. & B.W. Fouke (2003). Cyanobacteria associated with coral black band disease in Caribbean and Indo-Pacific reefs. *Appl Environ Microbiol* 69:2409–2413; Rützler K. & D. Santavy (1983). The black band disease of Atlantic reef corals. I. Description of a cyanophyte pathogen. *PSZN I: Mar Ecol* 4:301–319; Cooney R.P, Pantos O., Le Tissier M.D.A., Barer M.R., O'Donnell A.G. & J.C. Bythell (2002). Characterization of the bacterial consortium associated with black band disease in coral using molecular microbiological techniques. *Environ Microbiol* 47:401–413.
- 179** | Schnell S., Assmus B. & L.L. Richardson (1996). Role of sulfate-reducing bacteria in the black band disease of corals. Annual Meeting of the VAAM (Vereinigung fuer Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie) and GBCH (Gesellschaft fuer Biologische Chemie). *Biospektrum*, p 116; Garrett P & H. Ducklow (1975). Coral diseases in Bermuda. *Nature* 253:349–350; Cooney

R.P. Pantos O., Le Tissier M.D.A., Barer M.R., O'Donnell A.G. & J.C. Bythell (2002). Characterization of the bacterial consortium associated with black band disease in coral using molecular microbiological techniques. *Environ Microbiol* 47:401–413; Ducklow H. & R. Mitchell (1979) Observations on naturally and artificially diseased tropical corals: a scanning electron microscope study. *Microbiol Ecol* 5:215–223; Frias-Lopez J., Zerkle A.L., Bonheyo G.T. B.W. Fouke (2002). Partitioning of bacterial communities between seawater and healthy black band diseased and dead coral surfaces. *Appl Environ Microbiol* 68:2214–2228.

**180 |** Ramos-Flores T. (1983). Lower marine fungus associated with black line disease in star corals (*Montastraea annularis* E & S). *Biol Bull* 165:429–435.

**181 |** Cerrano C., Bavestrello G., Bianchi C.N., Cattaneo-vietti R. Bava S., Morganti C., Morri C., Picco C.P, Sara G. & S. Schiaparelli (2000) A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (Northwestern Mediterranean) summer 1999. *Ecol Lett* 3:284–293.

**182 |** Ravindran J.C. & C. Raghukumar (2002) Pink line syndrome (PLS) in the scleractinian coral *Porites lutea*. *Coral Reefs* 21:252.

**183 |** Antonius A.A. & D. Lipscomb (2000). First protozoan coral-killer identified in the Indo-Pacific. *Atoll Res Bull* 481:1–21.

**184 |** Dube D., Kim K., Alker A.P & C.D. Harvell (2002). Size structure and geographic variation in chemical resistance of sea fan corals *Gorgonia ventalina* to a fungal pathogen. *Mar Ecol Prog Ser* 231:139–150; Smith G.W., Harvell C.D. & K. Kim (1998). Response of sea fans to infection with *Aspergillus* sp. (Fungi). *Rev Biol Trop* 46:205–208.

**185 |** Le Champion-Alsumard T., Golubic S. & K. Priess (1995) Fungi in corals: symbiosis or disease? Interaction between polyps and fungi causes pearl-like skeleton biomineralization. *Mar Ecol Prog Ser* 117:137–147; Ravindran J., Raghukumar C. & S. Raghukumar (2001). Fungi in *Porites lutea*: association with healthy and diseased corals. *Dis Aquat Org* 47:219–228.

**186 |** Goldberg W.M., Makemson J.C. & S.B. Colley (1984). *Entocladia endozoica* sp nov a pathogenic chlorophyte: structure life history physiology and effect on its coral host. *Biol Bull* 166:368–383; Morse D.E., Morse A.N.C. & H. Duncan (1977). Algal 'tumors' in the Caribbean sea-fan *Gorgonia ventalina*. *Proc 3rd Int Coral Reef Symp Miami* 1:623–629; Morse D.E., Morse A., Duncan H. & RK. Trench (1981). Algal tumors in the Caribbean octocorallian *Gorgonia ventalina*:II. Biochemical characterization of the algae and first epidemiological observations. *Bull Mar Sci* 31:399–409.

**187 |** Cheng T.C. & A.K.L. Wong (1974). Chemical, histochemical, and histopathological studies on corals, *Porites* spp., parasitized by trematode metacercariae. *J Invertebr Pathol* 23:303–317; Aeby G.S. (1998). A digenean metacercaria from the reef coral, *Porites compressa*, experimentally identified as *Podocotyloides stenometra*. *J Parasitol* 84:1259–1261.

- 188** | Grygier M.J. & S.D. Cairns (1996). Suspected neoplasms in deepsea corals (Scleractinia: Oculinidae: Madrepora spp.) reinterpreted as galls caused by *Petrarca madreporae* n. sp. (Crustacea: Ascothoracida: Petrarciidae). *Dis Aquat Org* 24:61–69.
- 189** | Ben-Haim Y. & E. Rosenberg (2002). A novel *Vibrio* sp pathogen of the coral *Pocillopora damicornis*. *Mar Biol* 141:47–55; Ben-Haim Y., Thompson F.L., Thompson C.C., Cnockaert M.C., Hoste B., Swings J. & E. Rosenberg (2003) *Vibrio coralliilyticus* sp nov, a temperature-dependent pathogen of the coral *Pocillopora damicornis*. *Int J Syst Evol Microbiol* 53:309–315; Ben-Haim Y., Zicherman-Keren M. & E. Rosenberg (2003). Temperature-regulated bleaching and lysis of the coral *Pocillopora damicornis* by the novel pathogen *Vibrio coralliilyticus*. *Appl Environ Microbiol* 69:4236–4242; Kushmaro A., Rosenberg E., Fine M. & Y. Loya (1997). Bleaching of the coral *Oculina patagonica* by *Vibrio* AK-1. *Mar Ecol Prog Ser* 147:159–165; Kushmaro A., Rosenberg E., Fine M., Ben-Haim Y. & Y. Loya (1998). Effect of temperature on bleaching of the coral *Oculina patagonica* by *Vibrio shiloi* AK-1. *Mar Ecol Prog Ser* 171:131–137; Kushmaro A., Banin E., Loya Y., Stackebrandt E. & E. Rosenberg (2001). *Vibrio shiloi* sp nov the causative agent of bleaching of the coral *Oculina patagonica*. *Int J Syst Evol Microbiol* 51:1383–1388; Rosenberg E., Ben-Haim Y., Toren A., Banin E., Kushmaro A., Fine M. & Y. Loya (1998). Effect of temperature on bacterial bleaching of corals. In: Rosenberg E (ed) *Current perspectives in microbial ecology*. ASM Press, Washington, DC, p 242–254.
- 190** | Ritchie K.B., Smith G.W. (1995) Carbon-source utilization patterns of coral associated marine heterotrophs. *J Mar Biotechnol* 3:105–107.
- 191** | Patterson K.L., Porter J.W., Ritchie K.B., Polson S.W., Mueller E., Peters E.C., Santavy D.L. & G.W. Smith (2002). The etiology of white pox a lethal disease of the Caribbean elkhorn coral *Acropora palmata*. *Proc Natl Acad Sci USA* 99:8725–8730.
- 192** | Richardson L.L., Goldberg W.M., Carlton R.G. & J.C. Halas (1998). Coral disease outbreak in the Florida Keys: plague type II. *Rev Biol Trop* 46:187–198; Richardson L.L., Goldberg W.M., Kuta K.G., Aronson R.B. & Smith G.W., Ritchie K.B., Halas J.C., Feingold J.S. and S.M. Miller. (1998) Florida's mystery coral killer identified. *Nature* 392:557–558; Denner E.B.M., Smith G., Busse H.J., Schumann P, Narzt T., Polson S.W., Lubitz W. & L.L. Richardson (2003) *Aurantimonas coralicida* gen. nov., sp. nov., the causative agent of white plague type II on Caribbean scleractinian corals. *Int J Syst Evol Microbiol* 53:1115–1122.
- 193** | Perez T., Garrabou J., Sartoretto S., Harmelin J.-G., Francour P & J. Vacelet (2000). Mortalité massive d'invertébrés marins : un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. *C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie / Life Sciences* 323 (2000) 853–865
- 194** | Cerrano D., Bavestrello G., Bianchi C.N, Cattaneo-vietti R., Bava S., Morganti C., Morri C., Picco P, Sara G., Schiaparelli S., Siccardi A. & F. Sponga (2000). A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (North-western Mediterranean), summer 1999. *Ecology Letters* 3 (4), 284–293.

- 195 |** Cerrano C., Arillo A., Azzini F., Calcinai B., Castellano L., Muti C., Valisano L., Zega G. & G. Bavestrello (2004). Gorgonian population recovery after a mass mortality event. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. Volume 15, Issue 2, Pages 147 – 157.
- 196 |** Cerrano C., Totti C., Sponga F. & G. Bavestrello (2006). Summer disease in *Parazoanthus axinellae* (Schmidt, 1862) (Cnidaria, Zoanthidea). *Italian Journal of Zoology*. Volume 73, Number 4: 355-361. December 2006.
- 197 |** Kersting D.K. & C. Linares (2006). Mortandad de *Paramuricea clavata* asociada a un evento de macroagregados mucilaginosos (“Ilepó”) tras el verano de 2004 en Islas Columbretes. XIV Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina. CosmoCaixa Barcelona, Museo de la Ciencia de la Obra Social “la Caixa” 12-15 septiembre 2006.
- 198 |** Kersting D.K. & J. Templado (2006). Evento de Mortandad masiva del Coral *Cladocora caespitosa* (Scleractinia) en las Islas Columbretes tras el calentamiento anormal del agua en el verano de 2003. XIV Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina. CosmoCaixa Barcelona, Museo de la Ciencia de la Obra Social “la Caixa” 12-15 septiembre 2006.
- 199 |** Coma R., Linares C., Ribes M. & M. Zabala (2006). A large scale disturbance episode affecting *Paramuricea clavata* populations along the Mediterranean peninsular coast of Spain in 2003. XIV Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina. CosmoCaixa Barcelona, Museo de la Ciencia de la Obra Social “la Caixa” 12-15 septiembre 2006.
- 200 |** Sartoni G. & C. Sonni (1992)., *Tribonema marinum* J. Feldmann e *Acinetospora crinita* (Carmichael) Sauvageau nelle formazioni mucillaginose bentoniche osservate sulle coste toscane nell'estate La crisi del Mediterraneo in seguito alla fioritura di masse algali, *Accad. Intern. Sci. Tecn. Sub. Ustica* 9 (1992) (1991) 37–46; Mistri M. & V.U. Ceccherelli (1995). Damage and partial mortality in the gorgonian *Paramuricea clavata* in the strait of Messina (Tyrrhenian Sea), *Mar. Life* 5 (1) (1995) 43–49.
- 201 |** Metalpa R.R., Bianchi C.N. & A. Peirano A. (2000). Coral mortality in NW Mediterranean, *Coral Reefs* 19 (2000) 24.–24; Kushmaro A., Rosenberg E., Fine M. & Y. Loya (1997). Bleaching of the coral *Oculina patagonica* by *Vibrio* AK-1, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 147 (1997) 159–165; Kushmaro A., Rosenberg E., Fine M., Haim Y.B. & Y. Loya (1998). Effect of temperature on bleaching of the coral *Oculina patagonica* by *Vibrio* AK-1, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 171 (1998) 131–137.
- 202 |** Fine M., Banin E., Israely T., Rosenberg E. & Y. Loya (2002). Ultraviolet radiation prevents bleaching in the Mediterranean coral *Oculina patagonica*. *Marine Ecology Progress Series* Vol 226. p249-254, January 2002.
- 203 |** Sussman M., Loya Y., Fine M. & E. Rosenberg (2003). The marine fireworm *Hermodice carunculata* is a winter reservoir and spring-summer vector for the coral-bleaching pathogen *Vibrio shiloi*. *Environmental Microbiology*. Volume 5, Number 4, April 2003, pp. 250-255(6); Rosenberg E. & L. Falkovitz (2004). The *Vibrio shiloi*/*Oculina patagonica* Model System of Coral Bleaching. *Annual Review of Microbiology*, Vol. 58: 143-159.

- 204** | Kleypas J.A., Feely R.A., Fabry V.J., Langdon C., Sabine C.L. & L.L. Robbins (2006). Impacts of Ocean Acidification on Coral Reefs and Other Marine Calcifiers: A Guide for Future Research, report of a workshop held 18–20 April 2005, St. Petersburg, FL, sponsored by NSF, NOAA, and the U.S. Geological Survey, 88 pp.
- 205** | Archer D., Kheshgi H. & E. Maier-Reimer (1998). Dynamics of fossil fuel CO<sub>2</sub> neutralization by marine CaCO<sub>3</sub>. *Global Biogeochem. Cy.*, 12, 259–276.
- 206** | Zibrowius H. (1991). Ongoing modification of the Mediterranean marine fauna and flora by the establishment of exotic species. *Mésogée*, 51: 83-107.
- 207** | Coma R., Pola E., Ribes M. & M. Zabala (2003). Long-Term Assessment of Temperate Octocoral Mortality Patterns, Protected vs. Unprotected Areas. *Ecological Applications*. Vol. 14, No. 5, pp. 1466–1478; Harmelin J.-G. & J. Marinopoulos (1994). Population structure and partial mortality of the gorgonian *Paramuricea clavata* (Risso) in the North-Western Mediterranean (France, Port-Cros Island) (Structure de la population et mortalité partielle de la gorgone *Paramuricea clavata* (Risso) en Méditerranée nord-occidentale (France, île de Port-Cros)). *Marine life* 1994, vol. 4, no1, pp. 5-13.
- 208** | Sala E., Garrabou J. & M. Zabala (1996). Effects of divers frequentation on Mediterranean sublittoral populations of the bryozoan *Pentapora fascialis*. *Marine Biology*, 126(3): 451-459; Harmelin J.G. & J. Marinopoulos J. (1994). Population structure and partial mortality of the gorgonian *Paramuricea clavata* (Risso) in the north-western Mediterranean (France, Port-Cros Island). *Marine Life*, 4(1): 5-13; Garrabou J., Sala E., Arcas A. & M. Zabala (1998). The impact of diving on rocky sublittoral communities: a case study of a bryozoan population. *Conservation Biology*, 12(2): 302-312.
- 209** | Rivoire G. (1991). Mortalité de corail et de gorgones en profondeur au large des côtes provençales, in : Boudouresque C.F, Avon M., Gravez V. (éd.), *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*, GIS Posidonies publ., France, 1991, pp. 53-59; Arnoux A., Harmelin J.G., Monod J.L., Romaña L.A. & H. Zibrowius (1992). Altérations des peuplements benthiques de roches profondes en Méditerranée nord-occidentale : quelques aspects biologiques et molysmologiques, *C. R. Acad. Sci. Paris* 314 (1992) 219–225.
- 210** | Antoniadou C., Voultziadou E. & C. Chintiroglou (2006). Sublittoral megabenthos along cliffs of different profile (Aegean Sea, Eastern Mediterranean). *Belg. J. Zool.*, 136 (1): 69-79. January, 2006; Bell J., Barnes D., Shaw C., Heally A. & A. Farrell (2003). Seasonal “fall out” of sessile macro-fauna from submarine cliffs : quantification, causes and implications. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 83 : 1199-1208.
- 211** | Rogers C.S. (1990). Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 62: 185-202.
- 212** | Kim K., Harvell C.D., Kim P.D., Smith G. W. & S.M. Merkel (2000). Fungal disease resistance of Caribbean sea fan corals (*Gorgonia* spp.). *Marine Biology*, 136, 259 - 267.

**213 |** Oceana (2003): European trawlers are destroying the oceans. Oceana; Jennings S., Dinmore T.A., Duplisea D.E., Warr K.J. & J.E. Lancaster (2001). Trawling disturbance can modify benthic production processes. *J. Anim. Ecol.*, 70; 459-475; Watling L. & E.A. Norse (1998). Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: A comparison with forest clear-cutting. *Conservation Biology*, 12: 1180-1197.

**214 |** Fossa, J.H., P.B. Mortensen, & D. M. Furevik (2000). *Lophelia*-korallrev langs norskekysten forekomst og tilstand. *Fisken Havet* 2, 1–94; Koslow, J. A., K. Gowlett-Holmes, J.K. Lowry, T. O'Hara, G.C.B. Poore & A. Williams (2001). Seamount benthic 450 macrofauna off southern Tasmania: community structure and impacts of trawling. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 213, 111–125.

**215 |** Fossa J.H. ...Op. cit. nota 222.

**216 |** Roberts J.M., Harvey S.M., Lamont P.A. & J.A. Gage (2000). Seabed photography, environmental assessment and evidence for deep-water trawling on the continental margin west of the Hebrides. *Hydrobiologia*, 44: 173–183; Rogers A.D. (1999). The biology of *Lophelia pertusa* (Linnaeus 1758) and other deep-water reef-forming corals and impacts from human activities. *International Review of Hydrobiology*, 84: 315–406; Bett B.J., Billett D.S.M., Masson D.G. & P.A. Tyler (2001). RRS Discovery cruise 244, 07 Jul–10 Aug 2000. A multidisciplinary study of the environment and ecology of deep-water coral ecosystems and associated seabed facies and features (The Darwin Mounds, Porcupine Bank and Porcupine Seabight). Southampton Oceanography Centre, Cruise Report No. 36. 108 pp; Fossa J.H., Mortensen P.B. & D. M. Furevik (2000). *Lophelia*-korallrev langs norskekysten forekomst og tilstand. *Fisken Havet* 2, 1–94.

**217 |** Hall-Spencer J., Allain V. & J.H. Fossa (2001). Trawling damage to Northeast Atlantic ancient coral reefs. *Proceedings of the Royal Society of London*.2001.1910. The Royal Society 2002.

**218 |** Mentioned in: Anon. (2002). Deep-Sea, Cold Water Corals. Fact-sheet. Marine Conservation Biology Institute/American Oceans Campaign 2-22-02. <http://www.americoceans.org/fish/ohpa-coral.pdf>

**219 |** Maynou F & J. Cartes (2006). Fish And Invertebrate Assemblages From *Isidella elongata* Facies In The Western Mediterranean. Report of the Working Group of Sgmed 06-01 (of the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries-STEFC) on Sensitive and Essential Fish Habitats in the Mediterranean Sea. Rome 6-10 March 2006. Pages 289-307.

**220 |** SGMED (2006). Report of the Working Group of Sgmed 06-01 (of the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries-STEFC) on Sensitive and Essential Fish Habitats in the Mediterranean Sea. Rome 6-10 March 2006. .

**221 |** Kaiser M., Rogers S. & J. Ellis (1999). Importance of benthic habitat complexity for demersal fish assemblages. In *Fish Habitat; Essential Fish Habitat and Rehabilitation*, American Fisheries Society Symposium 22.



- 222** | Palanques A., Martín J., Puig P, Guillén J., Company J.B. & F Sardà (2004). Sediment gravity flows induced by trawling in the Palamós (Fonera) canyon. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 37: 63.
- 223** | Bavestrello G., Cerrano C., Zanzi D. & R. Cattaneo-Vietti (1997). Damage by fishing activities to the Gorgonian coral *Paramuricea clavata* in the Ligurian Sea Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. Volume 7, Issue 3 , Pages 253 – 262.
- 224** | CE (2003). Proposal for a Council Regulation concerning management measures for the sustainable exploitation of fishery resources in the Mediterranean Sea and amending Regulations (EC) No. 2847/93 and (EC) No. 973/2001 (COM(2003) 589 final -2003/0229 (CNS)).
- 225** | BOE (2006). ORDEN APA/79/2006, de 19 de enero, por la que se establece un plan integral de gestión para la conservación de los recursos pesqueros en el Mediterráneo. BOE Nº 22; 3367-3368. Jueves 26 enero 2006.
- 226** | GFCM (2005). Recommendation GFCM2005/1 on the Management of Certain Fisheries Exploiting Demersal and Deepwater Species. FAO General Fisheries Commission for the Mediterranean. Report of the twenty-ninth session. Rome, 21–25 February 2005. GFCM Report. No. 29. Rome, FAO. 2005. 50p.

## 08. Usos de los corales

- 227** | GFCM (2006). Recommendation GFCM/2006/3 Establishment of Fisheries Restricted Areas in Order to Protect the Deep Sea Sensitive Habitats. FAO General Fisheries Commission for the Mediterranean. Report of the thirtieth session. Istanbul, Turkey, 24–27 January 2006. GFCM Report. No. 30. Rome, FAO. 2006. 56p.
- 228** | İlham Artüz M., Levent Artüz M. & O Bülent Artüz (1990). Mercan Türlerine Getirilen Yasağın İle İlgili Görüşler. T.C. Çevre Bakanlığı Raporu K.K.G.M. Su Ürünleri Sirküleri Düzenlemeleri 1990.
- 229** | Bramanti L., Iannelli M. & G. Santangelo (2006). Population dynamics and global change-induced mortality in the precious red coral *Corallium rubrum* (L.1758). 7th International Temperate Reef Symposium (ITRS), June 26-July 1, 2006. Santa Barbara, CA.
- 230** | FAO-FIGIS (2008). A world overview of species of interest to fisheries. *Corallium rubrum* SI-DP -Species Identification and Data Programme 2001 FIGIS Species Fact Sheets FAO – FIGIS.
- 231** | Tsounis G, Rossi S., Gili J.-M. & W. Arntz (2006). Population structure of an exploited benthic cnidarian: the case study of red coral (*Corallium rubrum* L.). *Mar. Biol.* 149:1059-1070.

- 232 |** Santangelo G., Carlietti E., Maggi E. & L. Bramanti (2003). Reproduction and population sexual structure of the overexploited Mediterranean red coral *Corallium rubrum*. *Marine Ecology Progress Series* 248:99-108.
- 233 |** Tescione G. (1973). *The Italians and Their Coral Fishing*. Fausto Fiorentino, Naples.
- 234 |** EC (1994). COUNCIL REGULATION (EC) No 1626/94 of 27 June 1994 laying down certain technical measures for the conservation of fishery resources in the Mediterranean. OJ L 171, 6.7.1994, p. 1.
- 235 |** Tsounis G. (2005). Demography, reproductive biology and trophic ecology of red coral (*Corallium rubrum* L.) at the Costa Brava (NW Mediterranean): ecological data as a tool for management. *Reports of Polar and Marine Science*. 512. Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven.
- 236 |** Torntore S.J. (2002). *Italian Coral Beads: Characterizing their Value and Role in Global Trade and Cross-Cultural Exchange*, PhD dissertation, St. Paul: University of Minnesota. 259 pp.
- 237 |** Cimino G., De Rosa S., & S. De Stefano (1984). Antiviral agents from a gorgonian, *Eunicella cavolini*. *Experientia*. 1984, vol. 40, no4, pp. 339-340.
- 238 |** Kennard O., Riva de Sanserverine W.D.G.L., Tursch B. & R. Bosmans (1968). Chemical Studies of Marine Invertebrates. IV..sup.1a Terpenoids LXII..sup.1b Eunicellin, a Diterpenoid of the Gorgonian *Eunicella stricta*. X-ray Diffraction Analysis of Eunicellin Dibromide. *Tetrahedron Lett*, No.24, pp. 2879-2884, 1968.
- 239 |** Ortega M.J., Zubia E. & J. Salva (1994). Structure and absolute configuration of palmoline F, a new eunicellin-based diterpene from the Gorgonian *Eunicella verrucosa*. *Journal of Natural Products (Lloydia)* 57(11): 1584-1586.
- 240 |** D'Ambrosio M., Guerriero A. & F Pietra (2004). Coralloidolide F, the First Example of a 2,6-Cyclized Cembranolide: Isolation from the Mediterranean Alcyonacean Coral *Alcyonium coralloides*. *Helvetica Chimica Acta*, Volume 73, Issue 4, Pages 804-807.
- 241 |** D'Ambrosio M., Guerriero A. & F Pietra (1987). Sarcodictyin A and Sarcodictyin B, Novel Diterpenoidic Alcohols Esterified by (E)-N(1)-Methylurocanic Acid. Isolation from the Mediterranean Stolonifer *Sarcodictyon roseum*. *Helvetica Chimica Acta*-vol. 70, pp. 2019-2027 (1987).
- 242 |** Fontana A., Ciavatta M.L. & G. Cimino (1998). Cladocoran A and B: Two Novel  $\gamma$ -Hydroxybutenolide sesterterpenes from the Mediterranean Coral *Cladocora cespitosa* J. Org. Chem., 63 (9), 2845 -2849, 1998.

**243** | Müller W.E., Renneisen K., Kreuter M.H., Schröder H.C. & I. Winkler (1988). The D-mannose-specific lectin from *Gerardia savaglia* blocks binding of human immunodeficiency virus type I to H9 cells and human lymphocytes in vitro. *J Acquir Immune Defic Syndr.* 1988;1(5):453–458.

**244** | Verkhusha V. & K.A. Lukyanov (2004). The molecular properties and applications of Anthozoa fluorescent proteins and chromoproteins. *Nature Biotechnol.* 22, 289-296 (2004); Katz M.H., Takimoto S., Spivack D., Moossa A.R., Hoffman R.M. & M. Bouvet (2003). A Novel Red Fluorescent Protein Orthotopic Pancreatic Cancer Model for the Preclinical Evaluation of Chemotherapeutics. *Journal of Surgical Research: Vol. 113, No. 1, July 2003.*

**245** | Watters M.R. (2005). Tropical marine neurotoxins: venoms to drugs. *Semin. Neurol.* 2005, 25, 278-289.

**246** | Arias H.R. (2006). Marine Toxins Targeting Ion Channels. *Mar. Drugs* 2006, 4, 37-69.

**247** | Bonev B.B., Lam Y.-H., Anderluh G., Watts A., Norton R.S. & F. Separovic (2003). Effects of the Eukaryotic Pore-Forming Cytolysin Equinatoxin II on Lipid Membranes and the Role of Sphingomyelin. *Biophys J.* 2003 April; 84(4): 2382–2392; Caaveiro J.M.M., Echanbe I., Gutierrez-Aguirre I., Nieva J.L., Arrondo J.L.R. & J.M. Gonzalez-Manas (2001). Differential interaction of Equinatoxin II with model membranes in response to lipid composition. *Biophys. J.* 80:1343–1353.

## 09. Corales protegidos

**248** | IUCN (2006). 2006 IUCN Red List of Threatened Species. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 27 January 2007.

## 10. Oceana y los corales

**249** | Altuna A. (2006). Listado de los cnidarios bentónicos del Golfo de Vizcaya y zonas próximas (42° N a 48°30'N y 10° W). Fauna Ibérica Project, National Museum of Natural Sciences, Madrid. <http://www.fauna-iberica.mncn.csic.es/faunaib/altuna4.pdf> (Last revision: 01/12/2006); Brito A. & O. Ocaña (2004). Corals of the Canary Islands. Skeleton anthozoa of the littoral and deep bottoms. (F.Lemus, ed.). La Laguna, 2004



*Caryophyllia inornata* abriéndose hueco entre la esponja *Spirastrella cunctatrix*  
© OCEANA/Juan Cuertos

El trabajo de investigación y esta publicación han sido realizados por Oceana gracias a la colaboración de Fondazione Zegna

**Director del Proyecto** | Xavier Pastor

**Autor del Informe** | Ricardo Aguilar

**Editora** | Marta Madina

**Colaboradores editoriales** | Rebecca Greenberg, Maribel López, Giorgio Contessi, Concha Martínez, Elena Alonso

**Fotografías** | Houssine Kaddachi, Juan Cuetos, Xavier Pastor, Carlos Suárez, Thierry Lanoy

**Foto de portada** | Anémona tubo (*Cerianthus membranaceus*) © OCEANA/ Juan Cuetos

La mayor parte de las fotografías publicadas en este informe fueron tomadas por fotógrafos de Oceana durante las expediciones del Oceana Ranger de 2005 y 2006

**Diseño y maquetación** | NEO Estudio Gráfico, S.L.

**Impresión** | Imprenta Roal

**Fotomecánica** | Pentados, S.A.

**Agradecimientos** | Oceana agradece la colaboración que ha recibido en Italia de Area Marina Protetta di Portofino; Central Institute for Marine Research (ICRAM); Universidad de Padova; Stefano Schiaparelli, de la Università di Genova; Xabi Reinares; Neptune Plongee, y Bastia Sub. También agradece el apoyo recibido en España de Fundación Biodiversidad y del personal de los Parques Naturales y Reservas Marinas de Medas, Columbretes, Cabo de Gata, Alborán y Chafarinas.

La información recogida en este informe puede ser reproducida libremente siempre que se cite la procedencia de © OCEANA

**Abril 2007**



Fondazione **Zegna**

Via Marconi 23  
13835 Biella (Italia)  
[www.fondazionezegna.org](http://www.fondazionezegna.org)



Plaza de España – Leganitos, 47  
28013 Madrid (España)  
Tel.: + 34 911 440 880  
Fax: + 34 911 440 890  
E-mail: [europa@oceana.org](mailto:europa@oceana.org)  
[www.oceana.org](http://www.oceana.org)

Rue Montoyer, 39  
1000 Brussels (Belgium)  
Tel.: + 32 (0) 2 513 22 42  
Fax: + 32 (0) 2 513 22 46  
E-mail: [europa@oceana.org](mailto:europa@oceana.org)

2501 M Street, NW, Suite 300  
Washington, D.C, 20037-1311 USA  
Tel.: + 1 (202) 833 3900  
Fax: + 1 (202) 833 2070  
E-mail: [info@oceana.org](mailto:info@oceana.org)

175 South Franklin Street -Suite 418  
Juneau, Alaska 99801 USA  
Tel.: + 1 (907) 586 40 50  
Fax: + 1(907) 586 49 44  
E-mail: [northpacific@oceana.org](mailto:northpacific@oceana.org)

Avenida General Bustamante, 24. Departamento 2C  
750-0776 Providencia, Santiago  
República de Chile  
Tel.: +56 2 427 0970  
Fax: +56 2 427 0955  
E-mail: [Info-AmericadelSur@oceana.org](mailto:Info-AmericadelSur@oceana.org)

