

Biodiversidad

**Explorando la red vital de la que
formamos parte**

Editado
por
Julio Afonso-Carrillo

Actas VI Semana Científica Telesforo Bravo
INSTITUTO DE ESTUDIOS HISPÁNICOS DE CANARIAS
2011

© Los autores
© De esta edición: 2011, Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias,
C/. Quintana, 18. Puerto de la Cruz, Tenerife,
Islas Canarias, E-38400.

Diseño de la cubierta:
:rec retoque estudio creativo
www.retoqueec.com

Primera edición: octubre 2011

Imprime:
Producciones Gráficas, S.L.
Pol. Ind. Los Majuelos
C/Tijarafe, Nave II, Puerta 2
Tlf: 922 821 517

Depósito Legal: TF-1999/2011

ISBN: 978-84-615-3089-2

Presentación

Biodiversidad es el hermoso término con el que se hace referencia al conjunto de seres vivos de la Tierra, a sus ecosistemas y a las diferencias genéticas dentro de cada especie. La actual biodiversidad es el resultado de miles de millones de años de evolución de acuerdo a procesos naturales, pero también consecuencia de la creciente influencia del comportamiento de uno de sus componentes, la especie humana. La evolución ha propiciado que en la actualidad *Homo sapiens* se haya convertido en la especie dominante y la presión de sus actividades sobre el resto de la biodiversidad del planeta ha crecido exponencialmente con el paso del tiempo y está alcanzando niveles altamente preocupantes, puesto que incluso llegan a cuestionar su propia supervivencia. Por todo ello, no deberíamos olvidar que somos un elemento más de esa afortunada coincidencia que es la vida, y que también formamos parte de esa monumental red de organismos vivos que ocupan espacios y compiten por recursos limitados en un planeta que compartimos.

Hoy asumimos que gran parte de los cambios ambientales producidos en la Tierra parecen ser una consecuencia más o menos directa de la Revolución Industrial iniciada a mediados del siglo XVIII. Sin embargo, es importante recordar que algunos efectos significativos sobre el medio ambiente relacionados con el hombre se remontan, al menos, hasta unos ocho mil años, desde el momento en que hizo aparición la agricultura. El desarrollo de la agricultura y la ganadería permitieron la dispersión de la especie humana por todos los continentes, pero las modificaciones ambientales que propició (acaparamiento de suelo para la agricultura, cacerías repetitivas en un mismo territorio) parecen ser responsables, al menos en parte, de una serie de extinciones que afectaron principalmente a grandes mamíferos y aves terrestres. Desde entonces el hombre no ha cesado de ocasionar cambios progresivos en el medio natural, hasta alcanzar la situación que contemplamos en la actualidad.

En el presente tiempo, y como consecuencia directa de las actividades humanas, hablamos de temas como el calentamiento global, una consecuencia tanto de las emisiones de dióxido de carbono producto de la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas), como de la brutal deforestación que ha sufrido el planeta. Las actividades humanas han tenido un impacto global tan significativo sobre los ecosistemas terrestres, que algunos científicos están usando el término ‘Antropoceno’ para describir el actual período en la historia terrestre. El término fue acuñado en el año 2000 por el premio Nobel de química Paul Crutzen para quien la influencia del comportamiento humano sobre la Tierra ha sido tan importante como para dar nombre a una nueva era geológica. Sin embargo, aunque la humanidad está alterando el planeta de una manera muy obvia (más de un tercio de la superficie ha sido transformada por la agricultura, y hormigón y ladrillo extienden asentamientos humanos e industria), el cambio más importante que estamos provocando resulta invisible e incluso inofensivo a corto plazo. Se trata de la alteración de la composición de nuestra atmósfera, que provocará un calentamiento progresivo del planeta que conducirá a una nueva extinción masiva, como las ocurridas en el pasado.

Por ello, existe una urgente obligación a nivel mundial de conciliar la preservación futura de la biodiversidad con el progreso humano. Esta necesidad fue reconocida oficialmente por la Cumbre de la Tierra celebrada por Naciones Unidas en Río de Janeiro en 1992, y a partir de entonces, aunque hemos comenzado a hablar de ‘desarrollo sostenible’, continuamos comportándonos colectivamente de manera nada sostenible.

Con el fin de concienciar sobre esta grave problemática, la Asamblea General de la ONU instituyó el 22 de mayo (día en que se aprobó en Nairobi el Convenio internacional sobre la Diversidad Biológica) como ‘Día Internacional de la Biodiversidad’, y posteriormente declaró el año 2010 ‘Año Internacional de la Diversidad Biológica’. Los objetivos de esta iniciativa internacional a desarrollar a lo largo del año se centraban en destacar la importancia de la biodiversidad en la vida humana, en reflexionar sobre los logros alcanzados en temas de conservación, y en alentar para redoblar esfuerzos con el propósito de reducir el actual ritmo de pérdida de biodiversidad.

Aunque la alteración y pérdida de biodiversidad es un problema global, su incidencia no es la misma en todos los lugares, siendo particularmente sensibles los territorios insulares que están aislados y sometidos a una elevada presión. El alto valor de la biodiversidad canaria, la fragilidad de los ecosistemas insulares y su alta vulnerabilidad frente a las perturbaciones provocadas por las actividades humanas son tres principios que hoy se aceptan sin discusión, y resultan muy adecuados para núcleo argumental de la semana científica. Desafortunadamente, durante 2010, el año dedicado a la diversidad biológica, fue promulgada una nueva ley autonómica, el

Catálogo Canario de Especies Protegidas, que resultó muy contestada por amplios sectores de la comunidad científica y de la población, porque en ella se dejaba sin protección, o se reducía la categoría, a especies que estaban contempladas en la ley anterior. Una clara evidencia de que aún no se ha conseguido desarrollar una conciencia colectiva sobre la necesidad de frenar las pérdidas en biodiversidad que ocurren en la actualidad.

El Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias decidió sumarse a la iniciativa internacional en defensa de la diversidad biológica, y eligió como lema para la VI SEMANA CIENTÍFICA TELESFORO BRAVO: *‘Biodiversidad: explorando la red vital de la que formamos parte’*. De este modo, el ciclo se diseñó como un foro de encuentro y discusión sobre la temática del año internacional que estaba a punto de finalizar, utilizando los argumentos aportados por la espléndida biodiversidad presente en las islas Canarias. También manteníamos el espíritu de homenaje al profesor Telesforo Bravo, un naturalista que conocía y amaba la naturaleza canaria de una manera profunda.

Las actividades de la VI SEMANA CIENTÍFICA TELESFORO BRAVO se iniciaron con la presentación en el IEHC, el miércoles 17 de noviembre, de las actas de la V Semana Científica Telesforo Bravo, reunidas en el libro *‘Volcanes: mensajeros del fuego, creadores de vida, forjadores del paisaje’*. La presentación fue realizada por el doctor Nemesio Pérez Rodríguez, Geoquímico, Director de la División de Medio Ambiente del ITER (Instituto Tecnológico de Energías Renovables de Tenerife).

Entre el lunes 22 y el viernes 26 de noviembre se desarrolló el programa del ciclo en el salón de actos de nuestra sede, con conferencias diarias en horario de 19:30 a 21:00 horas. Las conferencias impartidas fueron las siguientes:

Lunes, 22 noviembre 2010.

José María Landeira Sánchez: “Plancton: un universo marino diverso y desconocido”.

Martes, 23 noviembre 2010.

Esperanza Beltrán Tejera: “Los hongos: notables protagonistas en la biodiversidad canaria”.

Miércoles, 24 noviembre 2010.

Leopoldo Moro Abad: “Babosas marinas de Canarias”.

Jueves, 25 noviembre 2010.

Wolfredo Wildpret de la Torre: “Reflexiones sobre la biodiversidad de Canarias”.

Viernes, 26 noviembre 2010.

Javier Reyes Hernández: “Sebadales: explosión de biodiversidad en desiertos de arena submarinos”.

La presente publicación reúne el conjunto de exposiciones científicas realizadas en la sede del IEHC en las diferentes sesiones que abarcaron el ciclo de conferencias.

En la primera sesión, José María Landeira nos introdujo en el apasionante mundo de uno de los grupos de organismos más importantes para el mantenimiento de la vida en el planeta y que, curiosamente, es uno de los más desconocidos para el gran público: el plancton. A pesar de su importancia como productores de oxígeno, en la captación de exceso de dióxido de carbono que da lugar al efecto invernadero, y como alimento fundamental para muchas especies de interés pesquero, la comunidad planctónica ha sido escasamente divulgada. El doctor Landeira nos mostró detalles de algunos de estos organismos que presentan unas formas extrañas, casi monstruosas, pero que son grandes aliados para el correcto funcionamiento del planeta Tierra.

En la segunda sesión, Esperanza Beltrán nos descubrió la notable contribución de los hongos a la biodiversidad de las islas Canarias, en la que se han catalogado cerca de dos mil especies. Los hongos son un grupo de importancia extraordinaria para la biosfera por su papel como biodegradadores de los restos orgánicos. Algunos hongos son conocidos por las propiedades gastronómicas de muchas setas, pero además, la profesora Beltrán nos informó sobre su importancia en procesos industriales, como las levaduras utilizadas en la elaboración del pan, el vino o la cerveza, en la fabricación de ciertos tipos de quesos, o en la producción de antibióticos, vitaminas y medicamentos; y también de los perjudiciales que estropean alimentos y objetos manufacturados, o son patógenos de cultivos, animales y hombre. En Canarias, los hongos están presentes en todos los hábitats de los distintos pisos bioclimáticos, desde el cinturón halófilo costero, hasta las formaciones vegetales de la alta montaña.

La tercera sesión corrió a cargo de Leopoldo Moro Abad quien dedicó su intervención a recrearnos con el mundo de un fascinante grupo de moluscos, las denominadas babosas marinas (opistobranquios). La variedad morfológica que exhiben los opistobranquios los convierte en uno de los organismos más vistosos y sorprendentes que viven en los fondos marinos, y sus estructuras muy llamativas y sus órganos especializados pueden variar de acuerdo con sus estrategias y modos de vida. En la preparación del artículo que aquí aparece publicado, Leopoldo Moro ha querido contar con la participación de Juan José Bacallado y Jesús Ortea, con los que ha realizado sus investigaciones sobre las babosas marinas, y que de este modo se unen también al homenaje a Telesforo Bravo.

Wolfredo Wildpret de la Torre, meses después galardonado con el Premio Canarias 2011 en la categoría de Investigación e Innovación, intervino en la cuarta jornada y nos mostró, además de sus brillantes reflexiones sobre la biodiversidad canaria, un documentado paseo histórico sobre importantes personalidades relacionadas con el mundo de la biodiversidad que pasaron una etapa de su vida en el Puerto de la Cruz. El profesor Wildpret nos explicó que si la actual crisis de la biodiversidad sigue siendo ignorada y continúan reduciéndose los hábitats naturales perderemos al menos la cuarta parte de las especies de la Tierra. Se trata de un fenómeno que no es novedoso puesto que en el pasado la vida del planeta se empobreció brutalmente en al menos cinco acontecimientos. El actual retroceso de la biodiversidad se debe al deterioro y fragmentación de hábitats, introducción de especies invasoras, explotación inadecuada de especies, contaminación, modificación del clima y proliferación de monocultivos. Según Wildpret, para un territorio como Canarias, punto caliente de biodiversidad, las pérdidas resultarán importantísimas.

La quinta sesión, a cargo de Javier Reyes, consistió en un minucioso análisis de los seadales mostrándonos las principales características de su distribución en los fondos canarios, su comportamiento a lo largo del año, así como, la flora y la fauna asociadas a sus hojas, rizomas y raíces. La rica biodiversidad que albergan los seadales los convierte en uno de los ecosistemas marinos más productivos colonizando fondos de arenas estables en los que configuran auténticos oasis de biodiversidad. Según Reyes, en estas praderas se establecen redes tróficas complejas en las que participan muchas especies de algas y de animales, tanto vertebrados como invertebrados, y todos ellos dependen, directa o indirectamente, de la seba, *Cymodocea nodosa*. Sin embargo, como está ocurriendo en la mayoría de los ecosistemas, la presión ejercida por el hombre está ocasionando desequilibrios que rompen su estado natural y provocan procesos de regresión irreversibles.

Como en las ediciones previas, en la organización del ciclo de conferencias participaron por parte del Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias, Jaime Coello Bravo, Jerónimo de Francisco Navarro, Iris Barbuzano Delgado y el autor de estas líneas. La Fundación Telesforo Bravo–Juan Coello, representada por Jaime Coello Bravo, contribuyó también de forma significativa a la organización de la semana de conferencias.

Como en años precedentes, tanto las jornadas como la presente publicación, han contado con el patrocinio de la FUNDACIÓN MAPFRE GUANARTEME. Nuestro sincero agradecimiento a nuestros patrocinadores, puesto que su colaboración ha sido y es fundamental para mantener este continuado proyecto de tributo a Telesforo Bravo que con este libro finaliza su sexta edición. También es necesario dejar constancia de agradecimiento

a todos los conferenciantes, no sólo por aceptar la invitación para participar en la semana científica, sino además por brindarse a preparar, desinteresadamente, los artículos que aparecen publicados en estas páginas. Finalmente, el cariño con que cada año es acogida esta iniciativa de recuerdo al profesor Bravo por parte de nuestros socios y personas preocupadas por la naturaleza, quedó reflejada en la asistencia de público a las jornadas. A todos, el agradecimiento del IEHC.

Por último, dejamos constancia de que esta publicación es un homenaje de reconocimiento y de recuerdo por parte del IEHC hacia el profesor Telesforo Bravo.

Julio Afonso Carrillo
Vicepresidente de Asuntos Científicos del IEHC

ÍNDICE

Págs.

-
- 1. Plancton: un universo marino diverso y desconocido,**
por JOSÉ MARÍA LANDEIRA 11 – 27
 - 2. Los hongos: notables protagonistas en la biodiversidad canaria,**
por ESPERANZA BELTRÁN TEJERA 29 – 69
 - 3. Babosas marinas de las islas Canarias,**
por LEOPOLDO MORO, JUAN JOSÉ BACALLADO
Y JESÚS ORTEA 71 – 111
 - 4. Reflexiones sobre la biodiversidad canaria en el año internacional
de la biodiversidad,**
por WOLFREDO WILDPRET DE LA TORRE 113 – 158
 - 5. Sebadales: explosión de biodiversidad en desiertos de arena
submarinos,**
por JAVIER REYES 159 – 187

1. Plancton: un universo marino diverso y desconocido

José María Landeira

*Département Dynamique de l'Environnement Côtier (DYNECO),
IFREMER, Centre Bretagne, B.P. 70,
F-29280, Plouzané, France.*

En la actualidad, el grupo de los organismos planctónicos es un verdadero desconocido para la mayoría de las personas. A pesar de su importancia como productores de oxígeno (O₂), en la captación de exceso de dióxido de carbono (CO₂) que da lugar al efecto invernadero, y como alimento esencial para muchas especies de interés pesquero, es poca la atención que el público en general ha prestado a esta comunidad. El plancton está formado por unos organismos que presentan unas formas extrañas, casi monstruosas, pero que sin lugar a dudas son grandes aliados para el correcto funcionamiento del planeta Tierra.

Introducción

Si nos dijeran que imaginásemos un paisaje relacionado con el mar y con los organismos que habitan en él, nos llegarían mil imágenes llenas de vida y colorido. Muy probablemente, pensaríamos en esas imágenes espectaculares de arrecifes de coral que habitualmente vemos en los documentales de televisión, en las que abundan peces de innumerables colores, así como extraños invertebrados que han adaptado su forma corporal para mimetizarse con el medio y pasar inadvertidos para sus depredadores. En las islas Canarias los paisajes marinos que imaginaríamos serían los blanquizales o los sebadales. Los blanquizales son ecosistemas típicos de fondos rocosos en los que el efecto ramoneador de herbívoros como el erizo de púas largas, *Diadema aff. antillarum*, sólo permite el crecimiento de algas calcáreas costrosas que confieren un color blanquecino

a estos paisajes. Los seabadales son ecosistemas característicos de los fondos arenosos y muy sensibles a las perturbaciones medioambientales. Éstos constituyen 'praderas submarinas' que, debido a su gran desarrollo bajo el sedimento, juegan un papel muy importante en la estabilización del fondo arenoso móvil. Además, su sistema foliar juega un papel clave para el asentamiento de invertebrados, constituyendo un lugar de cría idóneo para numerosas especies.

De una forma u otra, estamos más familiarizados con paisajes ligados al fondo del mar, al **bentos**. Sin embargo, si nos fijamos en la inmensidad de los océanos nos daremos cuenta que realmente tenemos una idea muy sesgada de la vida en el mar. La columna de agua de los mares y océanos es una inmensa matriz que da soporte y permite el desarrollo de increíbles formas de vida, menos conocidas y muchas veces menos evidentes, que constituyen el **pelagos**. Dentro del pelagos existen dos comunidades bien diferenciadas, el necton y el plancton.

El presente trabajo tiene por objetivo aproximarnos de forma sencilla al maravilloso mundo del plancton, describiendo así sus componentes principales: virioplanton, bacterioplancton, fitoplancton y zooplancton. Asimismo, se hará especial hincapié en la importancia cualitativa y cuantitativa que los organismos planctónicos tienen sobre el funcionamiento óptimo de los ecosistemas marinos y de los océanos en toda su extensión.

¿Qué es el plancton?

Existe una infinidad de definiciones para el concepto de plancton, las cuales han intentado agrupar a los distintos organismos que componen esta comunidad, tanto por sus afinidades taxonómicas, como por su talla, su distribución batimétrica y latitudinal, e incluso por sus características en contenido hídrico corporal. El origen griego de la palabra plancton (*πλαγκτός*, *plagktós*) y su significado "errante, vagabundo", nos permite comprender de forma sencilla en qué consiste este grupo de organismos. De forma muy general, evitando tecnicismos, podemos definir el plancton como el *conjunto de organismos que viven en la columna de agua sin capacidad natatoria para contrarrestar las corrientes marinas*. Es esta incapacidad para contrarrestar la dinámica marina mediante la natación lo que diferencia al plancton del otro grupo de organismos que habitan el mundo pelágico, el necton. En este último grupo, el cual no va a ser tratado en este trabajo, quedan englobados aquellos organismos de gran talla y con potentes estructuras destinadas a la natación como son las tortugas, los peces pelágicos (tiburones, atunes, sardinas, caballas, etc.), los delfines y las ballenas.

Teniendo en cuenta esta definición, el plancton está constituido por una inmensa variedad de organismos, que pueden medir desde menos de una micra a varios metros de longitud, lo que, sin lugar a dudas, dificulta mucho el estudio global de toda la comunidad (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación del plancton marino en función de su talla (Sieburth et al., 1978).

	Rango de tallas	Grupos Taxonómicos
Megaplancton	$> 2 \times 10^{-2}$ m	Zooplancton: medusas, pirosoómidos, ctenóforos
Macroplancton	$2 \times 10^{-3} \rightarrow 2 \times 10^{-2}$ m	Zooplancton: eufausiáceos, quetognatos, medusas
Mesoplancton	$2 \times 10^{-4} \rightarrow 2 \times 10^{-3}$ m	Zooplancton: copépodos, cladóceros, etc.
Microplancton	$2 \times 10^{-5} \rightarrow 2 \times 10^{-4}$ m	Fitoplancton, zooplancton pequeño
Nanoplancton	$2 \times 10^{-6} \rightarrow 2 \times 10^{-5}$ m	Fitoplancton pequeño
Picoplancton	$2 \times 10^{-7} \rightarrow 2 \times 10^{-6}$ m	Bacterioplancton
Femtoplancton	$< 2 \times 10^{-7}$ m	Virioplancton

Virioplancton y bacterioplancton

Como es de suponer, el virioplancton y el bacterioplancton son una fracción microscópica compuesta por virus y bacterias (Fig. 1). Aunque los virus no están considerados estrictamente como seres vivos, son estudiados como el grupo más simple de los que constituyen el plancton. Se trata de los organismos más desconocidos del plancton, a pesar de que en las últimas décadas ha surgido gran interés por su papel clave en las cadenas tróficas marinas. Las bacterias son más conocidas y explotan muchos nichos ecológicos, ya que las hay tanto autótrofas (fotosintéticas y quimiosintéticas) como heterótrofas. Por otra parte, los virus son las entidades biológicas más abundantes de los océanos, alcanzando en capas superficiales densidades de 10^{10} virus por litro (entre 5 y 25 veces la abundancia bacteriana). A pesar de estas altas densidades no son perjudiciales para el hombre, ya que principalmente infectan a bacterias y al fitoplancton, ejerciendo un control de sus poblaciones. Además mediante la lisis liberan al medio el contenido de las células infectadas y, lo que favorece la recirculación rápida de nuevos nutrientes y vitaminas en el medio (Fuhrman, 1999).

En aguas pobres en nutrientes (aguas oligotróficas) como las que rodean a las islas Canarias el bacterioplancton fotosintético juega un papel muy importante en la producción primaria. En estos ambientes son muy

abundantes las especies de *Synechococcus* y de *Prochlorococcus* (Bode et al., 2001; Agustí, 2004).

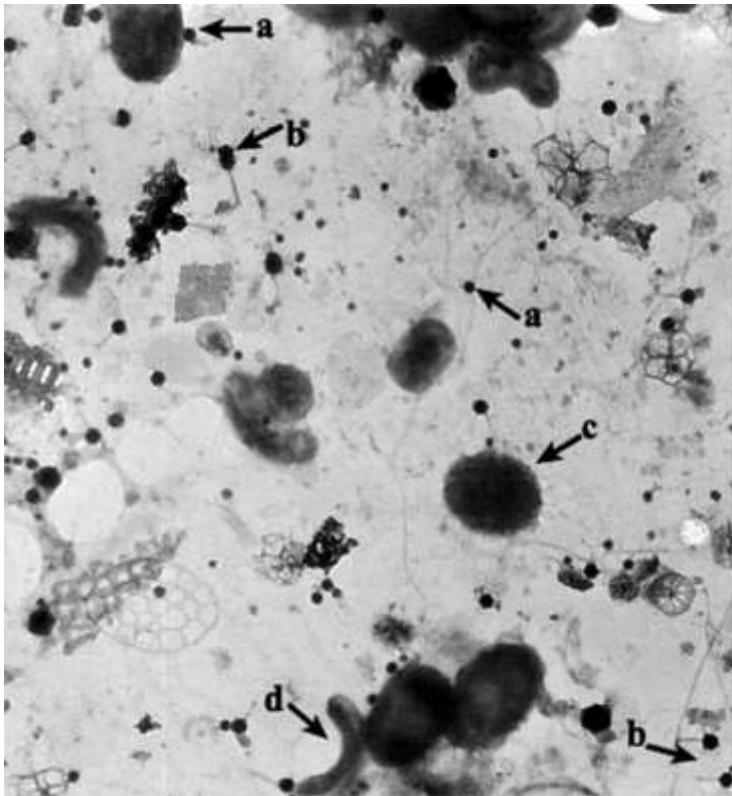


Fig. 1. Imagen de una muestra microscópica de plancton marino. Virus (a, b), bacterias (c, d).

Fitoplancton

Este grupo de organismos es el conocido como el plancton vegetal. Está compuesto por microalgas que, en su mayoría, son autótrofas fotosintéticas. Es decir, utilizan la luz del sol como fuente de energía. El fitoplancton, por tanto, se concentra en los primeros metros de la columna de agua y desaparece en las profundidades donde la luz se atenúa y se pierde por completo. La actividad fotosintética del fitoplancton tiene un papel crucial en el mantenimiento de la vida en el planeta Tierra, ya que conjuntamente produce alrededor del 50-70% del oxígeno que respiramos. Con frecuencia se atribuye el calificativo de pulmones del planeta a los grandes bosques, como el Amazonas, sin embargo, son los océanos los que contribuyen en mayor medida a la producción del 'gas vital'. Además, la

actividad fotosintética de la biomasa fitoplanctónica capta gran parte del exceso de dióxido de carbono (CO₂) que producimos los humanos y que es el causante del ‘efecto invernadero’ y, en consecuencia, del cambio climático. La comunidad científica cree que el fitoplancton absorbe entre el 30-50% del CO₂ generado por el uso de combustibles fósiles. Sin este claro efecto beneficioso, los niveles atmosféricos de CO₂ actuales de 392 partes por millón (ppm), probablemente estarían alrededor de 550-600 ppm.

El fitoplancton es un productor primario y eslabón basal en las cadenas tróficas marinas. Constituye el alimento principal del zooplancton y el sustento de muchos peces, que son el objetivo de las principales pesquerías industriales a lo largo y ancho del planeta. Los principales componentes del fitoplancton son las diatomeas, los dinoflagelados y las cocolitoforáceas. Todas estas microalgas tienen en común el contar con espectaculares cubiertas inorgánicas (Fig. 2). En las diatomeas, la pared celular de sílice (frústulo) tiene forma de una diminuta cajita y muestra una ornamentación singular que permite reconocer a las especies. En los dinoflagelados las células cuentan con dos flagelos diferentes que les confieren un movimiento característico y algunas especies están recubiertas con placas de celulosa formando una especie de armadura denominada teca. Por último, las cocolitoforáceas están recubiertas por unas placas calcáreas llamadas cocolitos también de una extraordinaria belleza. Por su tamaño, la mayor parte de las diatomeas y los dinoflagelados están incluidos en el microplancton, sin embargo, las cocolitoforáceas son mucho más pequeñas y características del nanoplancton. Aunque en las aguas de Canarias se han catalogado unas quinientas especies fitoplanctónicas, todavía es una información incompleta. Las especies más frecuentes son algunas diatomeas de los géneros *Pseudo-nitzschia* y *Chaetoceros*, los dinoflagelados *Amphidinium acutissimum* y *Gymnodinium simplex*, y las cocolitoforáceas *Gephyrocapsa ericsonii* y *Emiliania huxleyi* (Abrantes *et al.*, 2002; Gil-Rodríguez *et al.*, 2003; Ojeda, 2005).

La mayoría de los organismos fitoplanctónicos son demasiado pequeños para ser observados a simple vista (Tabla 1). Sin embargo, cuando se producen las condiciones óptimas para su crecimiento, las densidades de estas microalgas aumentan tanto (pueden alcanzar el millón de microalgas por mililitro) que el agua adquiere la coloración de los pigmentos contenidos en sus células. Las proliferaciones masivas suelen producirse por una única especie, pero son muchas las especies que tienen la capacidad de generar estos fenómenos. Entre ellas se destacan las pertenecientes a los géneros *Pseudo-nitzschia*, *Alexandrium*, *Noctiluca* y *Karenia*.

En ocasiones, las especies responsables de estos fenómenos liberan toxinas que, debido a las altas densidades, pueden desencadenar mortalidades masivas de peces, crustáceos y moluscos. Debido a que la

mayor parte de estos eventos nocivos son producidos por especies que tiñen el agua de un color rojo-marrón se les llama coloquialmente ‘mareas rojas’. La contaminación del marisco por muchas de estas toxinas es un problema común y grave porque su consumo puede provocar grandes trastornos musculares y neurológicos en el hombre, incluso pudiendo producir la muerte. Por este motivo, existen rigurosos sistemas de vigilancia para detectar estos fenómenos y medidas de prevención alimentarias y sanitarias (Diersing, 2009).

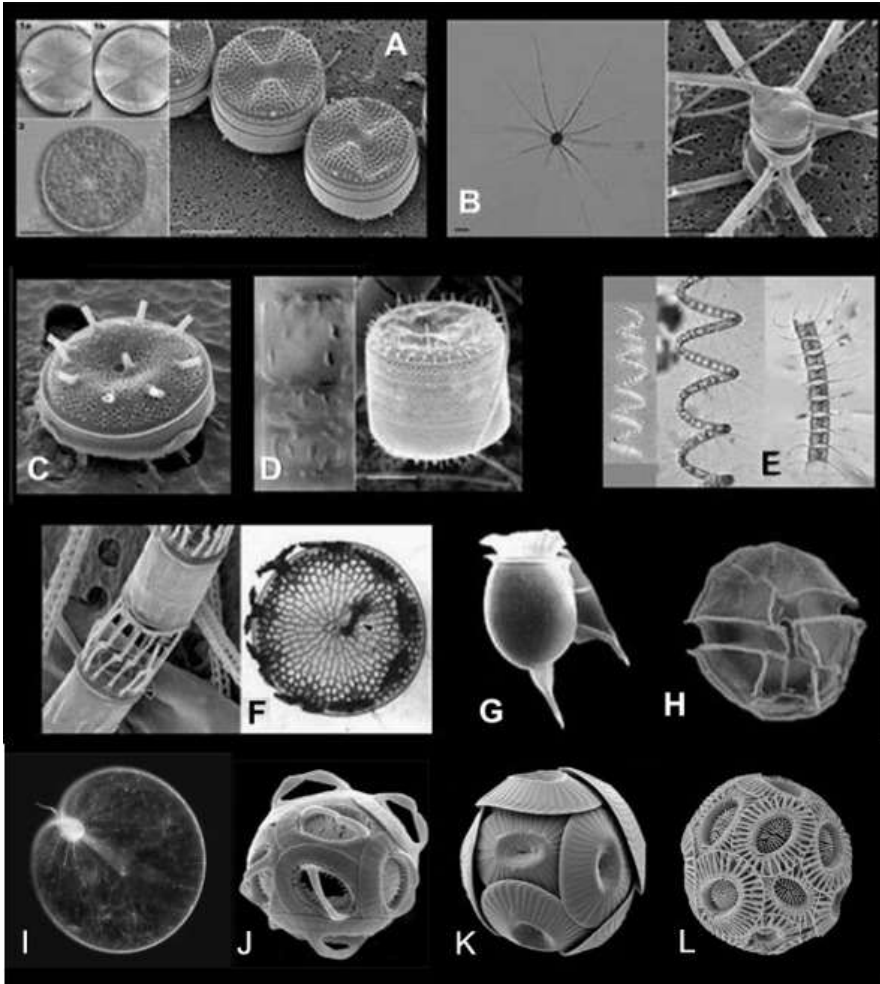


Fig. 2. Fitoplancton. Imágenes de especies representativas del fitoplancton: Diatomeas: (A) *Actinoptychus senarius*, (B) *Chaetoceros danicus*, (C) *Thalassiosira norden*, (D) *Lauderia annulata*, (E) *Chaetoceros curvisetus*, (F) *Skeletonema costatum*. Dinoflagelados: (G) *Dinophysis* sp., (H) *Gonyaulax* sp., (I) *Noctiluca* sp.. Coccolitoforáceas: (J) *Gephyrocapsa ericsonii*, (K) *Coccolithus pelagicus*, (L) *Emiliana huxleyi*. Fuente (<http://www.biol.tsukuba.ac.jp>).

Por el contrario, otros tipos de proliferaciones masivas no tienen efectos nocivos para los ecosistemas. En concreto, las producidas por las microalgas del género *Noctiluca* producen uno de los fenómenos más impactantes que podemos contemplar en el mar. *Noctiluca* posee una enzima, la luciferasa, que debido a su agitación y en presencia de oxígeno reacciona produciendo un destello luminoso. Durante la noche y con altas densidades de estas microalgas, la superficie del mar se ilumina completamente con una fosforescencia azulada. En las islas Canarias se han detectado mareas rojas, pero éstas han sido siempre inocuas y locales.

El fitoplancton, aparte de su importancia como productor primario y elemento basal en las cadenas tróficas marinas, es un recurso en auge para nuestra sociedad. En los últimos años ha crecido el interés por parte del sector científico-industrial, siendo actualmente punta de lanza de la biotecnología marina. El fitoplancton actualmente tiene una infinidad de aplicaciones en: acuicultura (alimento para el cultivo de muchas especies durante sus fases larvarias), tratamiento de aguas residuales, fertilizantes para la agricultura, biomedicina y farmacología (dietas adelgazantes, control del colesterol, antifúngicos, antitumorales, etc.) o complementos alimentarios (vitaminas, aminoácidos, etc.).

Zooplancton

Es el grupo denominado coloquialmente como plancton animal. El rango de tallas del zooplancton es muy amplio. Podemos observar desde organismos con un tamaño del orden de decenas de micras (microplancton), como es el caso de los radiolarios, foraminíferos y tintinoideos, hasta organismos, como los pirocópidos, que pueden alcanzar tallas de hasta 4 metros de longitud (megaplancton). Otros grupos, como las medusas y ctenóforos, también pueden llegar a presentar grandes dimensiones. Sin embargo, el zooplancton más conocido es aquel que forma parte del mesoplancton (Tabla 1). En esta fracción se encuentran los ostrácodos, eufausiáceos, copépodos, quetognatos, poliquetos, sálpidos y moluscos pterópodos y heterópodos (Fig. 3).

En las islas Canarias la biodiversidad del zooplancton ha sido objeto de numerosos estudios. Desde las primeras campañas realizadas por investigadores europeos a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, hasta la actualidad donde los centros de investigación locales de la Universidad de La Laguna, el Museo de la Naturaleza y el Hombre, el Instituto Español de Oceanografía y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria) han tomado protagonismo, una infinidad de especies zooplanctónicas han sido citadas para las aguas de las Islas. En concreto, la última revisión de Lozano-Soldevilla et al. (2009) asciende la cifra a más de 1000 especies. Esto convierte al archipiélago canario en una región

relativamente bien conocida, aunque con una potencialidad de mayor biodiversidad, si consideramos que muchos grupos taxonómicos no han sido estudiados en detalle.

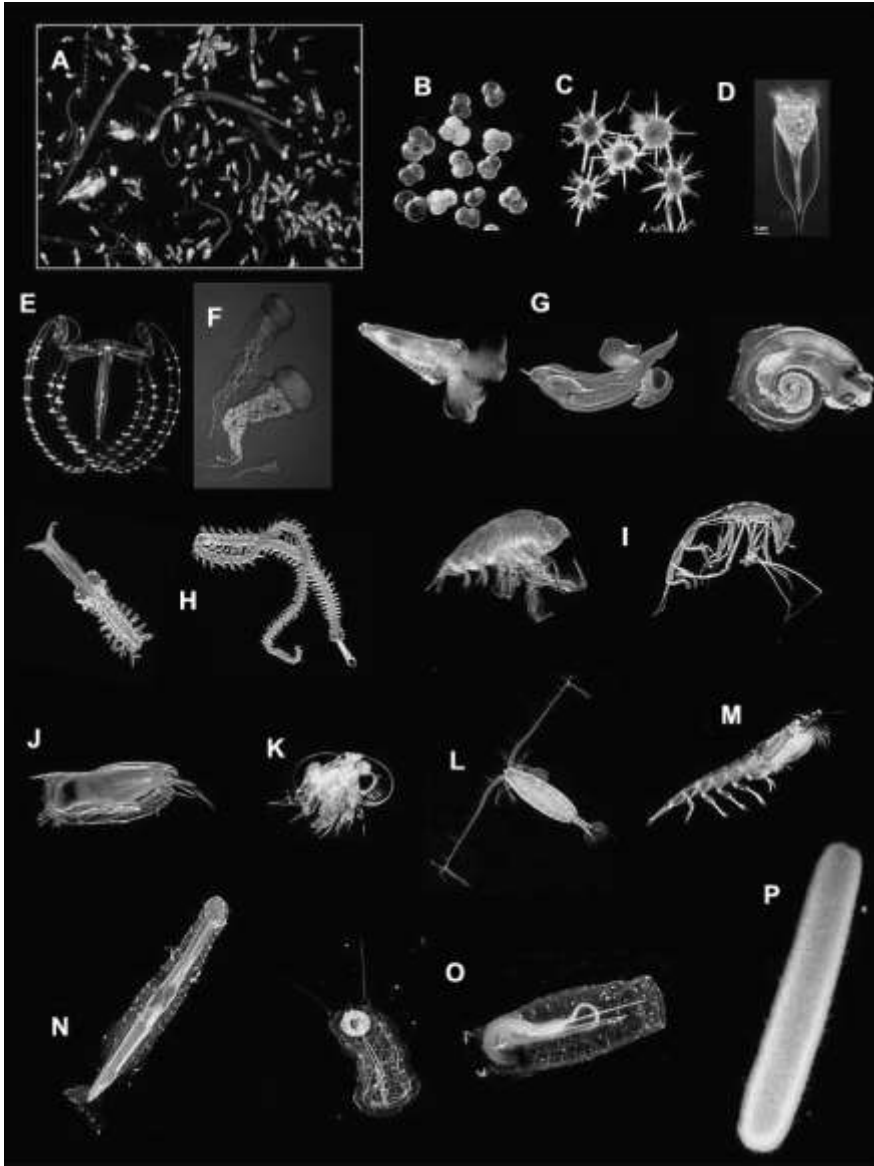


Fig. 3. Zooplankton: (A) Aspecto general de una muestra de zooplankton. Imágenes de grupos taxonómicos representativos del zooplankton: (B) foraminíferos, (C) radiolarios, (D) tintinoideos, (E) ctenóforos, (F) cnidarios, (G) moluscos, (H) poliquetos, (I) anfípodos, (J) ostrácodos, (K) cladóceros, (L) copépodos, (M) eupausiáceos, (N) quetognatos, (O) salpas, (P) pterosómidos.

Los copépodos suelen ser porcentualmente el grupo más abundante, alcanzando valores entre el 60-90% de toda la comunidad zooplanctónica. Además su abundancia es tal que están considerados como los metazoos más abundantes del planeta, sobrepasando incluso a los nemátodos e insectos. Los eufausiáceos, más conocidos como krill, también pueden alcanzar concentraciones asombrosas. En el Océano Polar Antártico una sola especie de eufausiáceo, *Euphausia superba*, supone una biomasa total de unas 500 millones de toneladas, doblando así la de los humanos. El krill se distribuye de tal forma que puede presentar densidades muy elevadas (20 kg/m³). Esto tiene grandes repercusiones ecológicas, ya que suponen una importante fuente de alimento para organismos superiores en la cadena trófica como las ballenas, pingüinos, peces y cefalópodos. El krill es el principal herbívoro en estas latitudes, por lo que constituye el eslabón intermedio que traspasa la materia generada por el fitoplancton a estos eslabones superiores. Su composición, rica en ácidos grasos omega 3 y proteínas, así como la facilidad de pesca, ha permitido el establecimiento de una pesquería estable por parte de las flotas rusa y japonesa. Los barcos que utilizan son arrastreros y emplean una red especial para la captura de hasta 8 toneladas al día. La industria del krill está dirigida a la producción de alimento para acuicultura y acuariología, carnada para pesca deportiva, complementos alimentarios y aceites ricos en omega 3. Además, en Japón se consume directamente y es conocido como *okiami* (オキアミ).

Meroplancton

Como hemos visto con anterioridad, el zooplancton está compuesto por aquellos animales que viven en la columna de agua sin capacidad para contrarrestar las corrientes. Los organismos que citamos anteriormente (quetognatos, eufausiáceos, copépodos, etc.) pasan toda su vida dentro del plancton, sin embargo, existe otro grupo de organismos que sólo están en el plancton de forma temporal, por un periodo determinado en su ciclo de vida. Este grupo es el meroplancton y está formado principalmente por las larvas de los organismos que habitan el fondo del mar, el bentos.

Los animales que estamos acostumbrados a ver en los charcos y playas (peces, erizos, estrellas de mar, cangrejos, camarones, etc.) tienen un complejo ciclo de vida que incluye la liberación de huevos al mar abierto que se irán desarrollando en diferentes formas larvarias de vida planctónica para, después de varias metamorfosis, regresar al fondo del mar y continuar su vida bajo la forma con la que normalmente la conocemos. Las larvas que encontramos en el plancton tienen una apariencia muy diferente a la que tienen los adultos, lo que dificulta mucho la identificación de éstas (Fig. 4). Para solventar estos problemas, se capturan hembras ovígeras y cuando liberan la puesta se realiza el cultivo larvario. Con esas larvas, se describe

de forma detallada su morfología y así se puede disponer de una referencia para poder reconocerlas en las muestras del plancton. Una familia de camarones poco conocida, desde este punto de vista, era Pandalidae. Para solventar estos problemas, pude realizar varios cultivos donde describí la

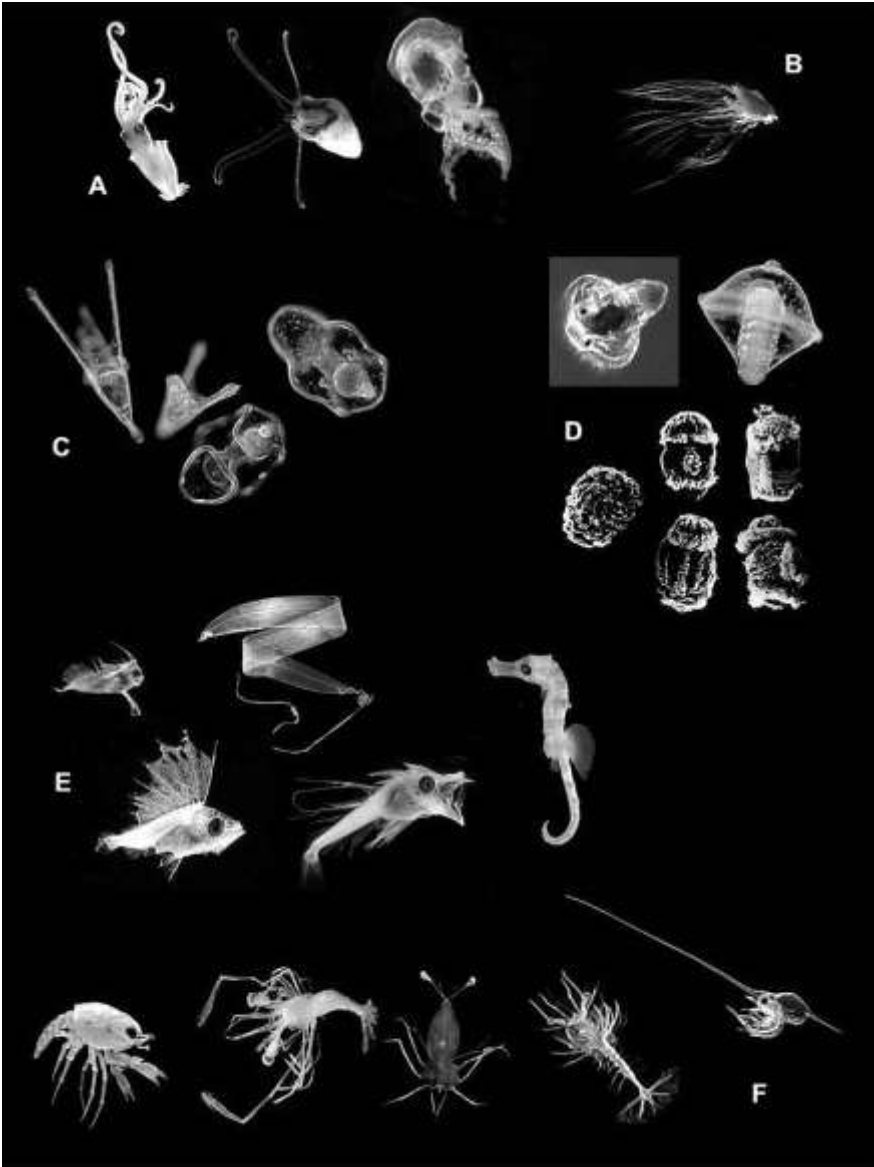


Fig. 4. Imágenes de grupos taxonómicos representativos del meroplancton: (A) cefalópodos, (B) cirrípedos, (C) equinodermos, (D) poliquetos, (E) peces, (F) decápodos.

morfología de los diferentes estados larvarios de *Plesionika narval*, *P. edwardsii* y *Heterocarpus ensifer* (Landeira *et al.*, 2009a, 2009d, 2010). Gracias a estos trabajos, en la actualidad se pueden reconocer estas especies cuando están presentes en el plancton en forma de larvas.

La fase larvaria o planctónica es el periodo más delicado de la vida de estos organismos. Durante esta fase se produce la mayor tasa de mortalidad natural, debido a la alta depredación por parte de otros organismos, a carencias nutricionales y al estrés térmico o de salinidad. Esta elevada mortalidad puede alcanzar el 99% de las larvas iniciales, lo que supone que muy pocas larvas vuelven a la costa para formar parte de las poblaciones. Sin embargo, este periodo planctónico supone también el momento en el que pueden dispersarse con mayor facilidad y colonizar nuevos hábitats, ampliando el tamaño de las poblaciones y el rango de distribución de las especies (Cowen *et al.*, 2000).

También he tenido la oportunidad de estudiar la influencia de las condiciones oceanográficas sobre la distribución espacial de las larvas de invertebrados en las islas Canarias. Se puede decir que las aguas de las islas Canarias son un verdadero laboratorio oceánico único en el mundo para el estudio del plancton. Esto es debido a la presencia de una fuerte y variada actividad oceanográfica de tipo mesoescalar.

La abrupta topografía de las islas supone un obstáculo para la Corriente de Canarias y los vientos Alisios que llegan desde el noreste. Por este motivo su paso genera grandes perturbaciones que se ven reflejadas a modo de remolinos y estelas cálidas a sotavento de las islas. Muchos de estos remolinos quedan atrapados entre las islas de Fuerteventura y Gran Canaria y la costa africana. El movimiento ciclónico o anticiclónico de estos remolinos puede dragar agua aflorada africana desplazándola mar adentro, hacia el oeste, a modo de “lenguas o filamentos”. Por lo tanto, remolinos, estelas cálidas y filamentos aparecen simultáneamente al sur de las islas en un espacio relativamente reducido.

He podido comprobar que estas estructuras mesoescales juegan un papel clave en la distribución de las larvas de invertebrados. En concreto, la estela cálida del sur de Gran Canaria caracterizada por presentar débiles corrientes y elevadas temperaturas supone una zona de retención larvaria. Las elevadas concentraciones de larvas en esta zona contrastan notablemente con las encontradas en los canales que quedan entre las islas debido a la gran aceleración de la corriente que se produce allí. Además, he podido constatar que en los remolinos oceánicos no sólo abundan las larvas de crustáceos pelágicos (sergéstidos, oplofóridos y pandálidos) sino también las de especies costeras. Esto sugiere que tanto las estelas cálidas como los remolinos actúan como mecanismos específicos de retención larvaria para el mantenimiento de las poblaciones insulares canarias. Por otra parte, los filamentos de afloramiento actúan como vehículos que favorecen la

dispersión larvaria (Landeira *et al.*, 2009b, 2009c). He observado que los filamentos transportan larvas de invertebrados de origen africano hacia regiones oceánicas, a cientos de kilómetros de sus poblaciones natales. En este trayecto, algunas de estas larvas llegan a las costas de las islas, mezclándose con las propias larvas canarias. Este hecho demuestra que los filamentos de afloramiento juegan un papel clave en el mantenimiento de un flujo genético entre las poblaciones canarias y africanas. Asimismo, se deduce que los filamentos han intervenido en el poblamiento no sólo de la biota marina sino también de la terrestre, lo que abre nuevas líneas de investigación para la biogeografía insular del archipiélago canario (Landeira *et al.*, 2011).

Adaptaciones a la vida pelágica

Vivir suspendido en la columna de agua puede resultar complicado para los organismos del plancton. Además, mantener la posición y contrarrestar la sedimentación supone un coste energético muy elevado. Esto ha forzado la incorporación de adaptaciones específicas para la vida planctónica a lo largo de la evolución. Para evitar la sedimentación muchos organismos planctónicos, como es el caso de las medusas y ctenóforos, han incorporado gran cantidad de agua en sus tejidos (hasta el 90% del peso total) para igualar su densidad corporal a la del medio y así flotar sin casi tener que nadar. Otros, como los copépodos, sifonóforos, moluscos y eufausiáceos, almacenan gotas de aceites o burbujas de aire en su cuerpo para disminuir su densidad corporal. Otras adaptaciones están dirigidas a aligerar el peso corporal. Algunos moluscos han optado por eliminar la concha de su cuerpo (*Clione* spp. y *Pterotrachea* spp.) o por construir sus conchas de aragonito, que es una forma cristalina muy ligera del carbonato cálcico. Por último, una adaptación muy frecuente en el plancton es el incremento de la superficie corporal para mejorar la flotabilidad. De esta manera, muchos copépodos han modificado sus apéndices torácicos y abdominales dando una apariencia plumosa e intrincada, o como en el caso de las larvas de langostas, han adquirido una forma corporal muy aplanada en forma de hoja.

¿Cómo se captura el plancton para su estudio?

Como hemos visto, los organismos planctónicos se caracterizan por flotar vagando en la columna de agua y por tener un tamaño corporal muy pequeño. Estas peculiaridades determinan las metodologías empleadas para su estudio.

El zooplancton se captura con unas redes especiales de arrastre. Estas redes están equipadas por unas gasas de nylon muy finas, de luz de malla entre 50 micras y 1 milímetro. Las redes pueden ser arrastradas desde el barco de forma vertical, horizontal, oblicua y a distintas profundidades en función de los objetivos del estudio. Durante el arrastre, la red va pescando zooplancton que se acumula en un copo localizado en la parte distal. Una vez en el barco, el copo se retira y se recogen los organismos atrapados, conservándolos para su posterior estudio en el laboratorio (UNESCO, 1979) (Fig. 5a).

El fitoplancton, bacterioplancton y virioplancton tienen dimensiones aún más pequeñas, por lo que no pueden ser muestreados con redes, ya que escaparían por los poros de las mallas. Para estos tres grupos de organismos se emplean botellas oceanográficas tipo Niskin. Éstas consisten en un tubo de PVC equipado con dos tapas móviles que se hacen descender verticalmente y abiertas para permitir la entrada de agua. Una vez la botella alcanza la profundidad deseada, se cierra capturando el agua y los organismos que había en su interior (Sournia, 1975) (Figs 5b, c).

El gran desarrollo tecnológico experimentado por las disciplinas de la oceanografía física y química ha aportado una amplia variedad de sensores destinados a medir diversas propiedades del agua de mar. En la actualidad, muchos de estos aparatos han sido adaptados a las redes y botellas (Figs 5c, d), para así, poder comprender mejor el medio marino y relacionar las variaciones de las comunidades planctónicas con cambios en las condiciones ambientales. Un aparato muy importante que se ha convertido en esencial para cualquier estudio de plancton es el CTD (Fig. 5c). Este aparato reúne distintos sensores que miden de forma continua la salinidad, la temperatura y la profundidad.

En la actualidad, el estudio del plancton se realiza en campañas oceanográficas donde intervienen equipos multidisciplinares formados por biólogos, físicos y químicos. Debido a que los estudios se llevan a cabo en zonas oceánicas, abarcando grandes extensiones de mar, se utilizan potentes barcos oceanográficos diseñados y equipados para ejecutar los muestreos y análisis de las muestras en el menor tiempo posible. En los barcos oceanográficos, el tiempo es muy importante ya que los costes de muestreo, tripulación y combustible son muy elevados. Por esta razón, en las campañas oceanográficas se trabaja 24 horas al día, normalmente en tres turnos diferentes de 8 horas cada uno. En las islas Canarias desgraciadamente no existen barcos oceanográficos propios, que cubran las necesidades de los grupos de investigación de las islas. Es por ello que existe una dependencia exterior para realizar estas campañas oceanográficas, solicitando los barcos de uso común, propiedad de las administraciones centrales españolas. Los barcos más importantes de la flota española son el Hespérides (Fig. 5e), García del Cid, Cornide de

Saavedra, Vizconde de Eza, Emma Bardán (Fig. 5f), Sarmiento de Gamboa (Fig. 5g) y Miguel Oliver.

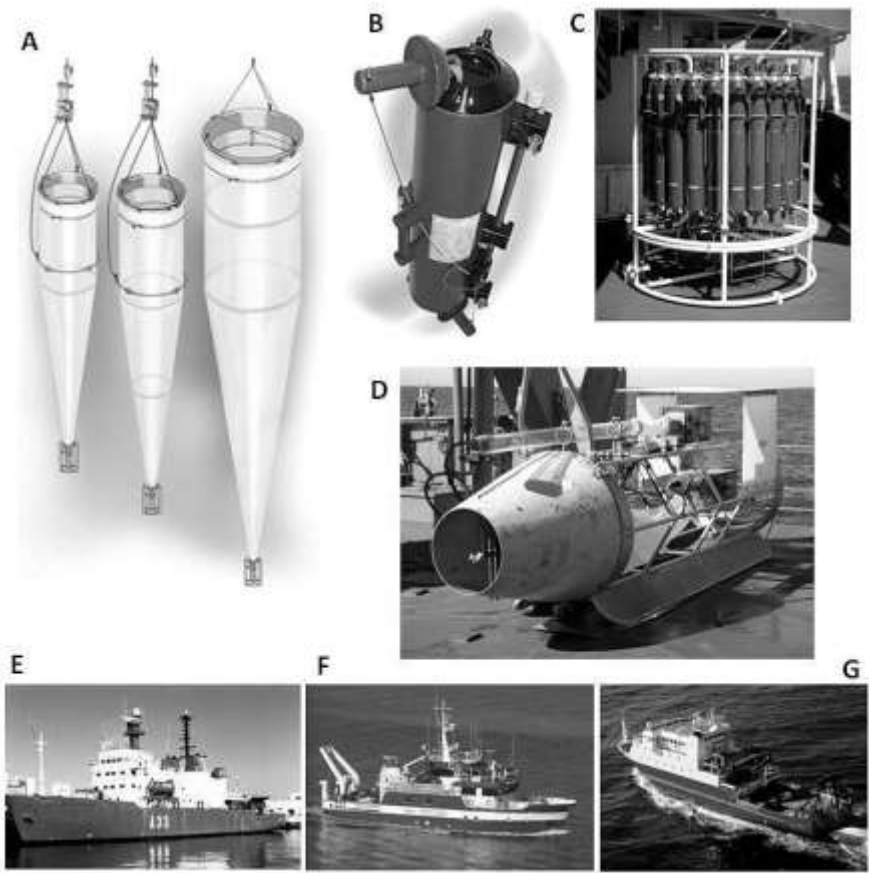


Fig. 5. La captura del plancton: (A) Redes planctónicas convencionales, (B) Botella oceanográfica abierta, (C) Roseta de botellas oceanográficas con CTD adaptado, (D) Multinet tipo Longhurst Hardy Plankton Recorder (LHPR) con CTD adaptado. Barcos oceanográficos de la flota española: (E) Hespérides, (F) Emma Bardán, (G) Sarmiento de Gamboa.

Bioindicadores del estado de los océanos

Ya hemos visto que el plancton juega un papel clave en el funcionamiento de las cadenas tróficas de los ecosistemas marinos, en la producción de oxígeno y en la captación de CO₂ que minimiza el incremento de los gases productores del efecto invernadero. En este apartado veremos cómo debido a su rápida respuesta frente a los cambios

que se producen en el ambiente (aumento de temperatura, presencia de contaminantes, disminución en la concentración de nutrientes, etc.), los organismos planctónicos son considerados bioindicadores del estado de los océanos.

Un ejemplo práctico es la aplicación que tiene el estudio del plancton en la evaluación de determinadas pesquerías, como la de la anchoa en el Golfo de Vizcaya. La biomasa de la anchoa cayó a niveles mínimos en el año 2005, lo que llevó a cerrar la pesca comercial de dicha especie. La anchoa realiza la puesta liberando los huevos y dejándolos a la deriva, los cuales pasan a formar parte del plancton. Las larvas crecen y se alimentan para sobrevivir y convertirse en nuevos reclutas para la pesquería. Desde hace varias décadas, los institutos de investigación AZTI-Tecnalia del gobierno vasco y el IFREMER francés, vienen estudiando las puestas de huevos y las larvas de la anchoa para estimar la biomasa de las poblaciones de los próximos años. Los estudios han demostrado que, a pesar de haber establecido una moratoria de la flota, deteniendo la actividad pesquera por completo, las poblaciones de anchoa no se han recuperado como se esperaba, lo que sugiere que en los últimos años las condiciones de temperatura, corrientes y alimento han cambiado. Esto indica que la supervivencia larvaria en el plancton por parte de la anchoa ha descendido en gran medida, impidiendo la pesquería, como ya había sucedido en el pasado (AZTI Arrantza, 2011).

Otro aspecto muy importante del plancton es su papel como bioindicador del calentamiento global. En este sentido, los muestreos sistemáticos llevados a cabo desde los años 50 en el Atlántico Norte por el Instituto Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science (SAHFOS) están aportando una información muy valiosa para el estudio del cambio climático. El análisis de más de 200.000 muestras de plancton ha demostrado que la biodiversidad planctónica en el Atlántico Norte ha aumentado significativamente en los últimos 20 años. Esto parece estar relacionado con el incremento de la temperatura del mar que se está produciendo significativamente desde los años 80 (Beaugrand *et al.*, 2010). El nuevo régimen de temperaturas está favoreciendo la aparición de especies tropicales en zonas muy al norte, donde antes era imposible que prosperaran. Además, las poblaciones de especies de apetencias templado-frías, como las del copépodo *Calanus finmarchicus*, parecen haber disminuido en la zona de las Islas Británicas ya que su óptimo de temperatura es menor al que actualmente impera (Komenos, 2010).

Agradecimientos

En primer lugar me gustaría agradecer a toda la organización de la Semana Científica Telesforo Bravo y, en especial, a Julio Afonso Carrillo la

invitación para poder participar como ponente. Especialmente, quisiera dar las gracias a Fernando Lozano Soldevilla de la Universidad de La Laguna y a Fátima Hernández Martín del Museo de la Naturaleza y el Hombre por facilitarme muchas de las imágenes y contenidos que se incluyen en el texto.

Referencias

- AGUSTÍ, S. (2004). Viability and niche segregation of *Prochlorococcus* and *Synechococcus* cells across the central Atlantic Ocean. *Aquatic Microbial Ecology* 36: 53-59.
- ABRANTES, F., H. MEGGERS, S. NAVE, J. BOLLMAN, S. PADMA, C. SPRENGEL, J. HENDERIKS, A. SPIES, E. SALGUEIRO, T. MOITA & S. NEUER (2002). Fluxes of micro-organisms along a productivity gradient in the Canary Islands region (291N): implications for paleoreconstructions. *Deep-Sea Research II* 49: 3599–3629.
- AZTI ARRANTZA (2011). Situación en 2010 de los recursos pesqueros y recomendaciones científicas de gestión para el año 2011. *Arrantza* 1-16.
- BEAUGRAND, G., M. EDWARDS & L. LEGENDRE (2010). Marine biodiversity, ecosystem functioning and carbon cycles. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107: 10120-10124.
- BODE, A., S. BARQUERO, M. VARELA, J.G. BRAUN & D. DE ARMAS (2001). Pelagic bacteria and phytoplankton in oceanic water near the Canary Islands in summer. *Marine Ecology Progress Series* 209: 1–17.
- COWEN, R.K, K.M.M. LWIZA, S. SPONAUGLE, C.B. PARIS, D.B. OLSON. (2000). Connectivity of marine populations: open or closed? *Science* 287: 857-859.
- DIERSING, N. (2009). "Phytoplankton Blooms: The Basics". NOAA. <http://floridakeys.noaa.gov/pdfs/wqpb.pdf>.
- FUHRMAN, J.A. (1999). Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects. *Nature* 399: 541-548.
- GIL-RODRÍGUEZ, M.C., R. HAROUN, A. OJEDA RODRÍGUEZ, E. BERECIBAR ZUGASTI, P. DOMÍNGUEZ SANTANA & B. HERRERA MORÁN (2003). Proctocista. In: *Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales)*. (L. Moro, J.L. Martín, M.J. Garrido, & I. Izquierdo, Eds), pp. 5-30. Las Palmas: Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias.
- KAMENOS, N. (2010). North Atlantic summers have warmed more than winters since 1353, and the response of marine zooplankton. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* doi:10.1073/pnas.1006141107/-/DCSupplemental.

- LANDEIRA, J.M., F. LOZANO-SOLDEVILLA & J.I. GONZÁLEZ-GORDILLO (2009a). Description of first five larval stages of *Plesionika narval* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Decapoda, Pandalidae) obtained under laboratory conditions. *Zootaxa* 2206: 45-61.
- LANDEIRA, J.M., F. LOZANO-SOLDEVILLA, S. HERNÁNDEZ-LEÓN & E.D. BARTON (2009b). Spatial variability of planktonic invertebrate larvae in the Canary Islands area. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 90: 1217-1225.
- LANDEIRA, J.M., F. LOZANO-SOLDEVILLA, S. HERNÁNDEZ-LEÓN, & E.D. BARTON (2009c). Horizontal distribution of invertebrate larvae around the oceanic island of Gran Canaria: the effect of mesoscale variability. *Scientia Marina* 73(4): 757-767.
- LANDEIRA, J.M., F. LOZANO-SOLDEVILLA & J.I. GONZÁLEZ-GORDILLO (2009d). Morphology of first seven larval stages of the striped soldier shrimp, *Plesionika edwardsii* (Brandt, 1851) (Crustacea: Decapoda: Pandalidae) from laboratory reared material. *Zootaxa* 1986: 51-66.
- LANDEIRA, J.M., F. LOZANO-SOLDEVILLA, E. ALMANSA, & J.I. GONZÁLEZ-GORDILLO (2010). Early larval morphology of the armed nylon shrimp *Heterocarpus ensifer ensifer* A. Milne-Edwards, 1881 (Decapoda, Caridea, Pandalidae) from laboratory cultura. *Zootaxa* 2427: 1–14.
- LANDEIRA, J.M., F. LOZANO-SOLDEVILLA & E.D. BARTON (2011). Mesoscale advection of *Upogebia pusilla* larvae through an upwelling filament in the Canaries CTZ. *Helgoland Marine Research* (aceptado).
- LOZANO-SOLDEVILLA, F., I.J. LOZANO, J.M. LANDEIRA & F. HERNÁNDEZ (2009). *Antecedentes históricos a la taxonomía zooplanctónica en aguas de la región Canaria*. In BELTRÁN TEJERA, E., J. AFONSO-CARRILLO, A. GARCÍA GALLO & O. RODRÍGUEZ DELGADO (Eds.): *Homenaje al Profesor Dr. Wolfredo Wildpret de la Torre*. Instituto de Estudios Canarios. La Laguna (Tenerife. Islas Canarias). Monografía LXXVIII. pp. 229-244.
- OJEDA, A. (2005). *Dinoflagelados de Canarias: Estudio taxonómico y ecológico*. Instituto de Estudios Canarios, monografías LXV, 301 pp. La Laguna. Tenerife.
- SIEBURTH, J., V. SMETACEK & J. LENZ (1978). Pelagic Ecosystem Structure: Heterotrophic Compartments of the Plankton and Their Relationship to Plankton Size Fractions. *Limnology and Oceanography* 23(6): 1256-1263.
- SOURNIA, A. (1978). *Phytoplankton manual*. UNESCO, Paris, Francia, 337 pp.
- UNESCO (1979). *Zooplankton sampling. Monograph on oceanographic methodology*. Paris, Francia: 174 pp.

2. Los hongos: notables protagonistas en la biodiversidad canaria

Esperanza Beltrán Tejera

*Departamento de Biología Vegetal (Botánica),
Universidad de La Laguna*

Se tienen noticias de la presencia de los hongos y su relación con el hombre desde la más remota antigüedad. Aquí se incluyen los mohos, mildius, levaduras, setas, bejines y otros muchos no visibles a simple vista. Algunos de estos hongos han protagonizado en el pasado, hechos que trasciende lo humanamente comprensible, generalmente relacionados con la religión, siendo considerados como símbolos de un poder sobrenatural. En su aspecto más lúdico, los hongos siempre han gozado de una gran popularidad, debido a las propiedades gastronómicas de muchas setas. Los hongos constituyen un grupo de extraordinaria importancia en el contexto de la biosfera, ya que junto a otros organismos heterótrofos, son los principales biodegradadores de los restos orgánicos. Además, algunos constituyen la base de importantes procesos industriales, como las levaduras, utilizadas en la elaboración del pan, el vino o la cerveza, jugando por tanto un papel muy relevante en la nutrición de la humanidad. Otros se utilizan industrialmente en la fabricación de ácido cítrico, la base de la gran industria de bebidas no alcohólicas; en la fabricación de cierto tipo de quesos; en la producción de un gran número de antibióticos, especialmente la penicilina, o antifúngicos como la griseofulvina, utilizada en tratamientos de dermatomycosis; en la fabricación de algunas vitaminas, como la riboflavina y de varios medicamentos importantes como la ergotamina, ciclosporina, etc. Un elevado número de hongos forman asociaciones mutualistas con las raíces de las plantas superiores, simbiosis en la cual ambos participantes reciben mutuos beneficios. A pesar de esta vertiente beneficiosa, otros hongos a menudo son perjudiciales, ya que atacan objetos manufacturados como ropas, pinturas,

cartones, cueros, ceras, combustible de avión, aislante de cables y alambres, películas fotográficas, revestimientos de lentes de instrumentos ópticos y toda clase de alimentos (pan, fruta fresca, hortalizas, carne, etc.). Algunos producen micotoxinas, en ciertos casos muy peligrosas, como las aflatoxinas. No debemos olvidar tampoco en esta línea negativa, que un buen número son agentes patógenos de cultivos de interés alimenticio, ornamental y forestal; así como de animales, incluido el hombre.

Introducción

Los hongos constituyen un grupo de extraordinaria importancia en el contexto de la biosfera. Junto con otros organismos heterótrofos, son los descomponedores de la biosfera. Sus actividades son tan necesarias para que continúe existiendo vida en la Tierra, como necesarias son las actividades de los productores de alimento. La descomposición de la materia orgánica muerta libera dióxido de carbono a la atmósfera y devuelve los compuestos nitrogenados y otros materiales al suelo, donde de nuevo pueden ser utilizados (reciclados) por los vegetales y finalmente por los animales. Se ha estimado que, por término medio, los 20 primeros centímetros de la capa superficial de suelo fértil pueden contener alrededor de 5 toneladas de hongos y bacterias por hectárea (Alexopoulos & Mims, 1985).

Además de su protagonismo como biodegradadores, muchos constituyen la base de importantes procesos industriales, como las levaduras, utilizadas en la elaboración del pan, el vino o la cerveza, jugando por tanto un papel muy relevante en la nutrición de la humanidad, desde que el hombre descubrió la fermentación. Otros se utilizan industrialmente en la fabricación de ácido cítrico, la base de la gran industria de bebidas no alcohólicas; en la fabricación de cierto tipo de quesos (Roquefort, Camembert, etc.); en la producción de un gran número de antibióticos, especialmente la penicilina, o antifúngicos como la griseofulvina, utilizada en tratamientos de dermatomicosis; en la fabricación de algunas vitaminas, como la riboflavina y de varios medicamentos importantes como la ergotamina, ciclosporina, etc. A pesar de esta vertiente beneficiosa, otros hongos a menudo son perjudiciales y muchas veces altamente destructivos. Atacan objetos manufacturados como ropas, pinturas, cartones, cueros, ceras, combustible de avión, aislante de cables y alambres, películas fotográficas, revestimientos de lentes de instrumentos ópticos; toda clase de alimentos (pan, fruta fresca, hortalizas, carne, etc.). Algunos producen micotoxinas, en ciertos casos muy peligrosas, como las aflatoxinas, que son altamente cancerígenas, de efectos visibles a concentraciones bajísimas (Raven *et al.*, 1991). No debemos olvidar tampoco, en esta línea negativa

que un buen número son patógenos de cultivos de interés alimenticio, ornamental y forestal, así como de animales, incluido el hombre.

Mykes vs. Fugus

La ciencia que estudia a estos organismos se denomina **Micología** o **Micetología**, palabra que deriva la unión de las griegas *mykes* (seta) y *logos* (tratado). Sin embargo, el significado del primer vocablo no abarca en su totalidad al individuo, sólo al cuerpo fructífero (seta), que desarrolla las esporas o unidades de propagación y que es la parte del hongo que aflora fuera del sustrato (Fig. 1), cualquiera que sea la naturaleza de éste (tierra, madera, etc.). Por otra parte, la palabra “hongo” deriva del vocablo latino *fungus* y alude a todo el individuo, constituido además del mencionado cuerpo fructífero, por una parte vegetativa (micelio), integrada por microscópicos filamentos denominados hifas, inmersas en el sustrato. *Fungus* hubiera sido el vocablo adecuado para dar título a la ciencia que estudia a los hongos. Sin embargo, no tuvo el éxito de *mykes*, y aquél sólo se utiliza como adjetivo en la mayor parte de los casos (p. ej. “caracteres fúngicos”).

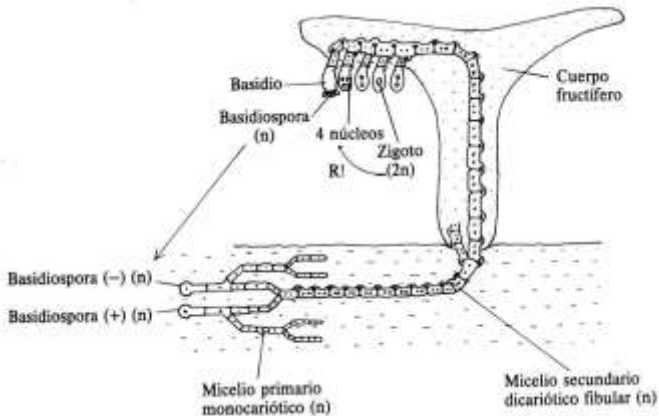


Fig. 1. Cuerpo fructífero de una seta (Basidiomycota), con micelio subterráneo (tomado de De Andrés *et al.*, 1990).

Tarjeta de presentación de los hongos

Se tienen noticias de la presencia de los hongos y su relación con el hombre desde la más remota antigüedad, pero generalmente ligadas a un halo de misterio y magia. Aquí se incluyen los mohos, mildius, levaduras, setas, bejines y otros muchos no visibles a simple vista. Algunos de estos

hongos han protagonizado en el pasado, hechos que trasciende lo humanamente comprensible, generalmente relacionados con la religión, siendo considerados como símbolos de un poder sobrenatural. Aún en la actualidad algunos pueblos consumen ciertos hongos debido al efecto psicotrópico o alucinógeno de ciertas sustancias que éstos producen, constituyendo su ingesta y manifestaciones posteriores, parte de ritos religiosos de una tradición ancestral. Es entretenida y fascinante, la lectura del librito de Álvaro Estrada (1977), sobre “*La vida de María Sabina, la sabia de los hongos*”, que incluye la traducción de cantos chamánicos mazatecos, cantados por la propia Sabina (indígena mexicana). Además de esta vertiente esotérica, los hongos siempre han gozado de una gran popularidad, acrecentada en los últimos tiempos debido, por una parte a las cualidades gastronómicas de muchas setas y por otra a la necesidad de un cierto conocimiento de las mismas que permita diferenciarlas de las tóxicas o mortales, ya que las equivocaciones se pueden pagar con la vida.

Científicamente los hongos se definen como organismos vivos, con verdadero núcleo en sus células (eucariotas), carentes de clorofila y por tanto incapaces de autoalimentarse como lo hacen las plantas, a través del proceso de la fotosíntesis. La mayoría son pluricelulares (miceliales), generalmente con cuerpo fructífero en su fase reproductora, a veces ausente como en el caso de los mohos (algunos de los cuales producen antibióticos como la penicilina); también los hay unicelulares, como las levaduras, entre otros.

Su incapacidad fotosintetizadora les ha obligado a desarrollar en el curso de la evolución tres estrategias diferentes, que les permiten obtener a partir de otros organismos el alimento necesario para su supervivencia. Son por tanto organismos heterótrofos al igual que los animales. Como **saprotrófos** obtienen metabolitos degradando la materia vegetal o animal muerta y en descomposición; como **parásitos** obtienen la energía a partir de otros seres vivos a los que causan enfermedad; y finalmente como **simbiontes** forman asociaciones mutualistas con otros organismos, con beneficio para los integrantes de la simbiosis. En este último caso son fundamentalmente dos las vías evolutivas seguidas: a) desarrollan simbiosis con raíces de plantas superiores formando micorrizas (hongos micorrizógenos); y b) realizan simbiosis con determinadas algas y cianobacterias para formar líquenes u hongos liquenizados (una nueva entidad biológica).

La necesidad de una clasificación sensata

Los organismos que estudian los micólogos y que conocemos como hongos, no constituyen un grupo homogéneo y monofilético (descendientes todos de un antepasado común), sino heterogéneo y por tanto polifilético

(derivan de antepasados diferentes; las semejanzas entre ellos se deben a convergencia evolutiva, no a un origen común). De hecho, en este cajón de sastre que conocemos como hongos *sensu lato* (sentido amplio), se incluyen organismos clasificados en la actualidad en 3 reinos diferentes (Kirk *et al.*, 2008):

Reino **Protozoa** (Protozoos). Es un reino que incluye a seres tan conocidos como los paramecios y las amebas. Casi todos los mohos mucilaginosos integrantes del antiguo filum *Myxomycota* (Mycetozoa), se agrupan aquí. Son organismos que en su curiosa fase vegetativa (plasmodio), no presentan pared celular y se alimentan por fagocitosis (Fig. 2).

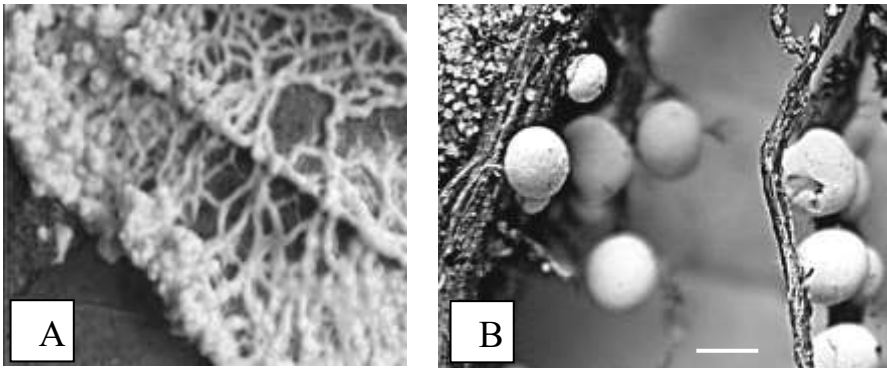


Fig. 2. Mohos mucilaginosos (Mycetozoa). A: Plasmodio o fase vegetativa de *Leocarpus fragilis* (Foto D.L.Sánchez). B: Fructificación o fase reproductora de *Didymium vaccinum* (Foto E. Beltrán). (Escala 2 mm)

Reino **Chromista**: Son pseudohongos los que aquí se incluyen y comparten caracteres ultraestructurales con el grupo de algas pardas, diatomeas, etc., como por ejemplo la morfología mitocondrial y flagelar, así como la presencia de celulosa en sus paredes celulares.

Reino **Fungi**: Son los hongos verdaderos, con paredes celulares de quitina y glucanos. Están más emparentados con los animales que con las plantas. Entre los diferentes grupos sistemáticos incluidos en este reino, destacan por su biodiversidad mundial los hongos superiores de los filumes Ascomycota y Basidiomycota, siendo muy importantes en este último, por su distribución y riqueza, los Agaricales, Aphylophorales y Gasteromycetes¹.

¹ A pesar de la moderna reestructuración sistemática de los hongos, basada en caracteres genéticos, los antiguos órdenes Agaricales y Aphylophorales, así como el grupo de los Gasteromycetes se consideran aquí para una más fácil lectura, en su sentido más amplio y clásico.

Biodiversidad fúngica

De las aproximadamente 150.000 especies de hongos catalogadas en todo el mundo, sólo unas 500 han sido citadas para los océanos y estuarios, y unos pocos son de medios dulceacuícolas. La mayor parte de los hongos marinos son de tamaño microscópico y los mayores tienen dimensiones alrededor de los 3 mm. Viven preferentemente en la zona intermareal, sobre madera en descomposición a la deriva, sobre conchas de artrópodos marinos y un elevado porcentaje son parásitos de diversas algas, plantas de saladares costeros, etc.

La presencia fúngica en las Islas Canarias

Canarias constituye un punto caliente de biodiversidad mundial, en donde crece un importante número de especies animales y vegetales, tanto terrestres como marinas. Desde el punto de vista de su micobiota terrestre, se han catalogado hasta el momento 1923 especies de hongos silvestres, macro y microscópicos (Beltrán-Tejera, 2010a). Si se tuviesen en cuenta además, aquéllos parásitos de animales, incluido el hombre, de plantas cultivadas o forestales, así como los microscópicos del suelo, este número sería considerablemente mayor.

El medio marino se halla escasamente investigado en lo que a su micobiota se refiere, a pesar de encontrarnos en un territorio archipelágico, de fácil acceso para el estudio de sus aguas circundantes. Hasta ahora se han catalogado sólo 22 especies (Moro *et al.*, 2003), citadas en su mayor parte por Kohlmeyer (1967), quién las recolectó en las costas de El Médano, San Juan de la Rambla y Puerto de la Cruz (Tenerife), la mayoría saprótrofas de maderos flotantes, algunas asociadas a algas y otras creciendo en el interior de conchas de balánidos.

El grupo más rico de la biodiversidad terrestre canaria es el de artrópodos (54%), seguido de plantas vasculares (15%), hongos (13%) y líquenes (10%) (Martín Esquivel *et al.*, 2005). Si nos centramos sólo en el mundo vegetal y fúngico y consideramos a los hongos en su sentido más amplio, es decir los liquenizados y no liquenizados, el grupo se convierte en el más importante desde el punto de vista numérico (Figs 3 y 4), superando a las plantas vasculares (helechos y plantas con flores y semillas).

Las investigaciones en la micobiota canaria han dado como resultado una notable producción científica publicada, destacando los frecuentes hallazgos de nuevas citas y nuevas especies para la ciencia. De esta forma la “*Lista de especies silvestres de Canarias*” (Biota), se hace obsoleta para este grupo en el plazo de cuatro a cinco años.

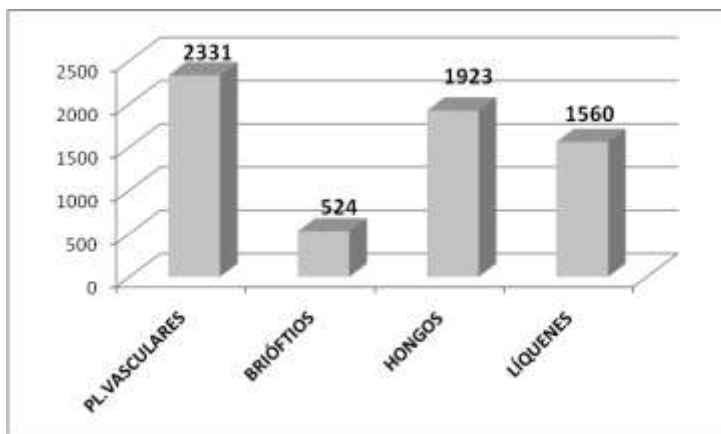


Fig. 3. Biodiversidad vegetal y fúngica terrestre de las Islas Canarias (Datos a partir de Acebes Ginovés *et al.*, 2010; Beltrán-Tejera, 2010a; Hernández Padrón & Pérez-Vargas, 2010; y Losada Lima *et al.*, 2010).

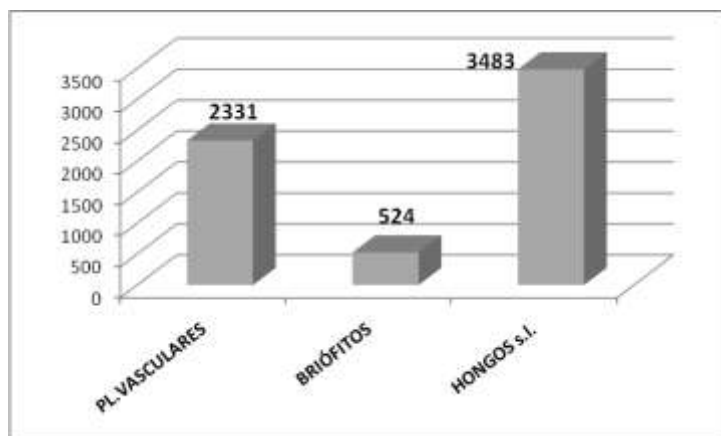


Fig. 4. Los hongos *sensu lato* (incluyendo los líquenes), representan el 54,9 % de la biodiversidad vegetal y fúngica terrestre de Canarias, seguido de las plantas verdes superiores o plantas vasculares (36,8%).

En la tabla 1 se exponen los datos de la biodiversidad fúngica de los archipiélagos que conforman la Región Macaronésica (Azores, Madeira, Islas Canarias y Cabo Verde), así como los de la Península Ibérica y Europa, como territorios más próximos y que sirven de referencia. Que sepamos, sólo se han citado 3 royas parásitas de plantas silvestres, para el diminuto archipiélago de Salvajes (Fig. 5): *Coleosporium tussilaginis*, *Puccinia calcitrapae* y *Uromyces chenopodii* (Borges *et al.*, 2008), incluidas en la estadística de Madeira *sensu lato* (Madeira, Porto Santo, Desertas y Salvajes).

Tabla 1. Datos de biodiversidad fúngica en los archipiélagos macaronésicos, comparados con la Península Ibérica y Europa (Beltrán-Tejera, 2010b).

FUNGI ¹ Beltrán-Tejera (2010b)	Azores	Madeira	Islas Canarias	Cabo Verde	Macaronesia	Península Ibérica	Europa
Nº spp.	582	803	1923	62	3370 ¹	2928	5000
Total spp. (%) 100% Europ.	11.6	16.6	38.5	1.2	-	58.6	100
Area (km ²)	2344	797	7500	4030	10625	504750	10.500.000
Nº spp. /100 Km ²	24.8	100.7	25.6	1.5	-	0.6	0.05

Como puede observarse en la tabla, el mayor número de especies catalogadas se presenta en Canarias (1923), correspondiendo al 38,5% del total citado para el continente europeo, seguido de la Península Ibérica (58,5%), Madeira (16,1%), Azores (11,6%) y finalmente Cabo Verde, con un 1,2%, respecto a Europa. Este último dato indica lo escasamente estudiado que se halla este archipiélago desde el punto de vista micológico.



Fig. 5. Archipiélagos Macaronésicos (Shaefer, 2003).

Si tenemos en cuenta la superficie de cada archipiélago, destaca el de Madeira (Madeira, Porto Santo, Desertas y Salvajes), que siendo el de menor extensión de las áreas comparadas, tiene el mayor número de citas fúngicas por cada 100 km² (100,7 especies), le siguen Canarias (25,6) y Azores (24,8), correspondiendo las cifras más bajas a Cabo Verde (1,5), Península Ibérica (0,6), y Europa (0,05). Los datos han sido elaborados tomando como fuentes bibliográficas a Arechavaleta *et al.* (2005), Gerhardt *et al.* (2002), SIMIL (2007), Borges *et al.* (2008, 2010), Acebes Ginovés *et*

al. (2010), Beltrán-Tejera (2010a,b), Hernández Padrón & Pérez-Vargas (2010) y Losada Lima *et al.* (2010).

Del total de hongos silvestres citados para Canarias (1923) hasta el momento, aproximadamente 1464 especies corresponden a macromicetes saprótrofos, micorrizógenos y parásitos forestales, y alrededor de 459 a micromicetes, la mayoría parásitos de plantas vasculares silvestres y asilvestradas (Fig. 6), siendo estos últimos sólo visibles al microscopio o por las lesiones que producen en el organismo hospedante.

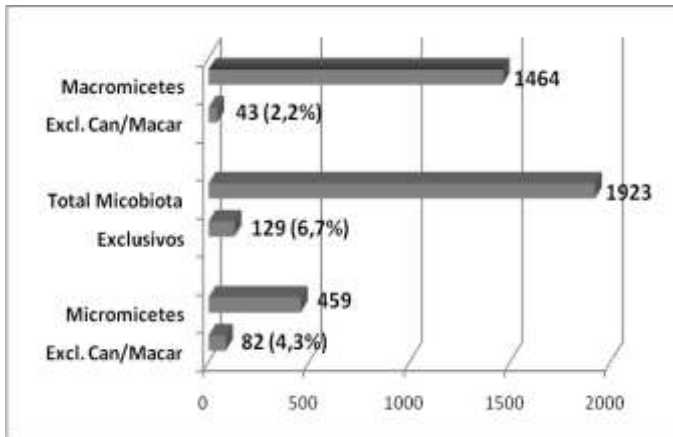


Fig. 6. Estadística aproximada de los macro y micromicetes silvestres de Canarias. El elemento endémico tiene baja representación (6,7%).

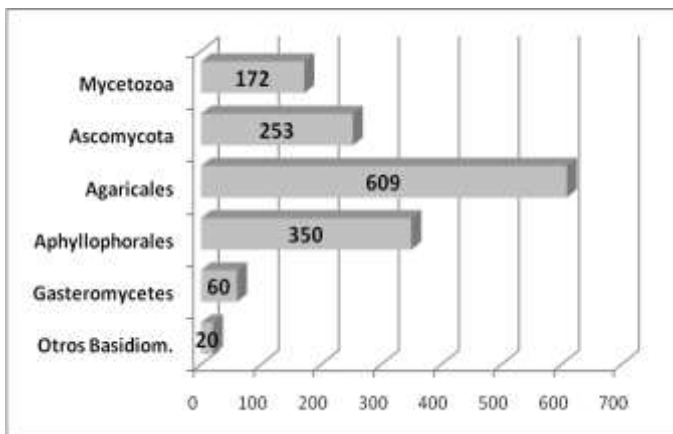


Fig. 7. Número aproximado de especies que integran los diferentes grupos más importantes de macromicetes (hongos macroscópicos) de Canarias: Mycetoza, Ascomycota y Basidiomycota (Agaricales, Aphylophorales, Gasteromycetes y otros).

Atendiendo sólo a los macromicetes, destacan los Basidiomycota del orden Agaricales, para el que se han citado unas 609 especies (41,6%), y del orden Aphyllophorales u hongos de la madera, con unas 350 especies aproximadamente (23,9%). Los Ascomycota constituyen el tercer grupo en importancia numérica, con alrededor de 253 especies (17,3%), seguido de los Mycetozoa o mohos mucilaginosos, para los que se han citado en torno a las 172 especies (11,7%), (Fig. 7).

Aproximación biogeográfica de la micobiota canaria

Los organismos se distribuyen sobre la Tierra siguiendo unas pautas de comportamiento sujetas a factores actuales y pretéritos y la ciencia que estudia esa distribución y el porqué de la misma es la Biogeografía (geografía de la vida). Nuestro planeta no siempre ha exhibido la misma configuración de tierras emergidas y mares circundantes. En el pasado han tenido lugar sucesos geológicos de enorme trascendencia, como la deriva continental, la orogénesis, cambios climáticos, etc., que unidos a la presión actual de los factores ambientales, sobre todo los climáticos, explican la distribución de los seres vivos. Uno de los conceptos básicos de la Biogeografía es el de “área de distribución”, que se aplica a la superficie comprendida dentro de un perímetro determinado y está ocupada por “taxones” (especies, géneros, familias, etc.), comunidades vegetales o ecosistemas. Estas áreas pueden ser continuas o fragmentadas, extensas o muy reducidas. Los endemismos por ejemplo, son aquellos taxones que viven exclusivamente en un determinado territorio y en general tienen áreas pequeñas.

Los Reinos biogeográficos o florísticos terrestres son grandes unidades biogeográficas, resultantes de los patrones de distribución y las relaciones paleohistóricas y filogenéticas (parentesco) entre los organismos. Estas unidades incluyen individuos, comunidades vegetales y ecosistemas, relacionados por factores históricos, ecológicos y geográficos. La mayoría de los autores contemporáneos reconocen 6 reinos: Holártico, Paleotropical, Neotropical, Capense, Australiano y Antártico (Costa, 2004), (Fig. 8). El reino Holártico es el más extenso y ocupa casi todo el Hemisferio Norte, teniendo como límite meridional el trópico de Cáncer aproximadamente.

La notable capacidad de dispersión, generalmente por el viento, que presentan las esporas de los hongos, les permite tener una gran distribución geográfica. La micobiota canaria a pesar de tener origen diverso, una parte importante de la misma está bien representada en las zonas templadas del Hemisferio Norte. Referido a los macromicetes, el mayor porcentaje tiene origen holártico (60,3%), estableciéndose la mayor afinidad con Europa y norte América, destacando en este caso sobre todo los Ascomycota y Basidiomycota (Agaricales y Aphyllophorales), (Fig. 9). Le sigue en

importancia el elemento tropical (24%): Paletropical (13%) y Neotropical (11%), si bien hay que tener en cuenta la naturaleza mixta de este origen, ya que en la mayoría de los casos se trata de especies de los grupos citados anteriormente, registradas también en el reino Holártico. Sólo el 6% y 3% corresponden a una distribución subcosmopolita y cosmopolita respectivamente, hecho que parece contradecir el carácter de amplia distribución de los hongos en general. En esta categoría biogeográfica destacan sobre todo los mohos mucilaginosos (Mycetozoa) y Gasteromycetes (Basidiomycota).

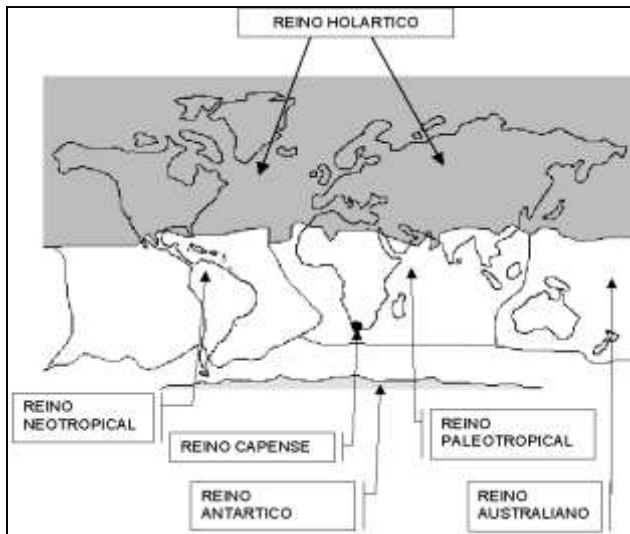


Fig. 8. Reinos biogeográficos de la Tierra (http://orbita.starmedia.com/dalai591/reinos_floristicos.htm)

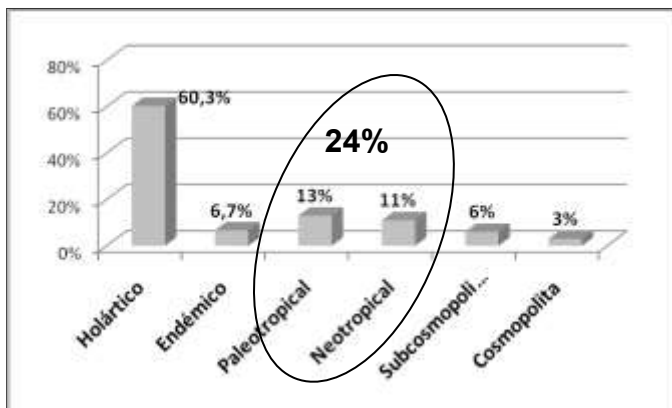


Fig. 9. Aproximación biogeográfica de los macromicetes de Canarias. El origen holártico es el más importante, seguido del tropical (*sensu lato*).

Similar patrón biogeográfico se observa en los micromicetes parásitos, en los que existe un contingente importante de especies holárticas, entre las que destacan aquellas de afinidades con el sur de Europa y el norte de África (Región Mediterránea), así como con el oeste de Asia y en menor grado con norte América.

Si bien es verdad que la condición de heterótrofos de los hongos y por tanto su obligada relación con el componente biótico del hábitat donde se desarrollan, así como sus exigencias climáticas y físico-químicas del substrato, les confiere ciertas cualidades que permiten asignar a cada especie un carácter ecológico determinado, podemos asegurar no obstante que la exclusividad en un determinado territorio es una faceta rara en los hongos, al menos en lo que a saprotrofos y micorrizógenos se refiere. Por tal motivo el elemento endémico es muy bajo en la micobiota canaria, al igual que en otras áreas geográficas (Fig. 6).

Se han descrito 129 especies nuevas para la ciencia (6,7%), a partir de material canario, de las que 6 se encuentran también en Madeira (*Mycosphaerella canariensis* Petr.; *Thyridium nobile* Petr.; *Daldinia macaronesica* M. Stadler, Wollweber & J. Castro; *Pezoloma iodopedis* Korf, Lizon & Iturr.; *Geocoryne variispora* Korf; y *Sarcoscypha macaronesica* Baral & Korf), y sólo una especie (*Plectania kohniae* Korf & W.Y. Zhuang), se distribuye en Azores, Madeira y Canarias. Por el momento, estas 129 especies [se incluyen 3 taxones infraespecíficos: *Moellerodiscus iodontingen* L.M. Kohn & Korf subsp. *canariensis* L.M. Kohn; *Cystoderma cinnabarium* (Alb. & Schwein.) Harmaja var. *nogalesii* Bañares, Beltrán-Tej. & Heinemann; y *Marasmius epiphylloides* (Rea) Sacc. & Trotter var. *latispora* Bañares & Beltrán-Tej.], pueden considerarse como exclusivas o endémicas de Canarias o de la Región Macaronésica en su caso, mientras no se descubra su presencia en otras partes del mundo. Este bajo número contrasta con el de endemismos de la flora superior canaria, que alcanza alrededor del 31% del total. Se han descrito además, 4 géneros fúngicos exclusivos de Canarias, todos ellos monotípicos, es decir, con una sola especie: *Kimbroppeziza* (*K. campestris* Korf & Zhuang, de Tenerife), *Pfistera* (*P. pyrophila* Korf & Zhuang, de La Palma), *Spororminula* (*S. tenerifae* Aarx & Aa, de Tenerife) y *Zugazaea* (*Z. agyrioides* Korf *et al.*; de El Hierro, Gomera y Tenerife).

Del total de endemismos, 43 corresponden a macromicetes y el doble (86) a microparásitos de plantas vasculares, la mayoría endémicas canarias. La especificidad de los parásitos por su hospedante es alta y esto se refleja en una mayor proporción de hongos microsparásitos endémicos. Sin embargo, la condición de saprotrofos y micorrizógenos de los macromicetes determina una amplia valencia ecológica, cualidad asociada a una mayor distribución geográfica.

Rose Marie Dähncke, afincada en La Palma desde hace mucho tiempo, y un grupo de colegas europeos que estudian la micobiota palmera con esta micóloga, han realizado en los últimos años interesantes aportaciones al conocimiento de los Agaricales, dando a conocer nuevas especies para la ciencia a partir de hongos sobre todo de esta isla (*Lyophyllum fuscobrunneum* Dähncke, Contu & Vizzini; *Lyophyllum impudicum* Dähncke, Contu & Vizzini; *Leucoagaricus atroalbus* P. Mohr & R.M. Dähncke; *Leucoagaricus brunneosquamulosus* P. Mohr & R.M. Dähncke; *Leucocoprinus canariensis* P. Mohr & R.M. Dähncke; *Entoloma chalybescens* Wölfel, Noordel. & Dähncke; *Entoloma chytrophilum* Wölfel, Noordel. & Dähncke; *Entoloma palmense* Wölfel, Noordel. & Dähncke; *Rhodocybe myriadocystis* Dähncke, Contu & A. Ortega; *Entoloma gomerense* Wölfel & Noordel.; etc.).

Distribución y ecología de los macromicetes de las Islas Canarias

Aunque los hábitats terrestres son muy variados, los hongos sólo se desarrollan cuando disponen de humedad suficiente, permaneciendo aletargados durante los periodos secos. Humedad y temperatura adecuadas son pues, los factores ecológicos decisivos en la aparición de estos peculiares organismos. Por ejemplo, los hongos lignícolas (descomponedores de los restos leñosos), una vez establecidos, producen su propia agua a partir de la metabolización de la celulosa de la madera. No obstante, estos hongos requieren humedad para la germinación de las esporas y el establecimiento inicial del micelio.

La diversidad de ecosistemas que alberga las Islas Canarias, propicia la presencia de una rica micobiota en la mayor parte de los mismos. En muchos casos se observa una clara preferencia de ciertas especies fúngicas por los hábitats en los que se instalan determinadas comunidades vegetales, a las que se hallan asociadas. Sin embargo, la amplitud ecológica que tienen otras especies, llamadas ubiquestas, explica cómo su presencia parece no estar condicionada al tipo de vegetación, aunque sí a otros factores ecológicos (climáticos, físico-químicos del sustrato, etc.).

Los hongos aparecen en casi todos los hábitats de los distintos pisos bioclimáticos de Canarias, desde el cinturón halófilo costero del inframediterráneo, hasta las formaciones vegetales de la alta montaña canaria del supramediterráneo, incluidos los más inhóspitos. Aunque sin duda son las zonas forestales las que presentan una mayor biodiversidad y biomasa fúngica. Demos un paseo imaginario de mar a cumbre, descubriendo esta peculiar micobiota macroscópica.

Zonas costeras y medianías

En las comunidades sabulícolas (arenales) litorales del piso bioclimático inframediterráneo árido, surgen en la época de lluvias algunos Gasteromycetes (Basidiomycota), de carácter desertícola como *Montagnea arenaria* (Fig. 10), *Phellorinia herculeana* y *Agaricus aridicola* (citado como *Gyrophragmium dunalii*) (Fig. 11). Igualmente en zonas costeras o próximas a éstas, se instalan los tarajales (*Tamarix canariensis*), sobre los que es frecuente observar a *Inonotus tamarici* (Aphylllophorales) (Fig. 12), hongo parásito exclusivo de especies de *Tamarix*, cuya distribución se circunscribe a Europa meridional, norte de África e Islas Canarias. Aunque el género *Tamarix* está citado para Azores, Madeira y Cabo Verde, *Inonotus tamarici* que sepamos, no ha sido aún citada para estos archipiélagos.



Fig. 10. *Montagnea arenaria*: Hongo psamófilo o sabulícola (de arenas), de carácter desertícola, dado sus escasos requerimientos hídricos (Playa de Famara, Lanzarote), (Foto E. Beltrán).

A partir de la línea de costa, se suceden altitudinalmente los tabaibales dulces, cardonales, bosquetes esclerófilos como sabinares, etc., instalados en los pisos bioclimáticos infra-termomediterráneo árido-semiárido-seco, en donde se desarrollan, coincidiendo con las mejores condiciones de humedad y temperatura, especies de Gasteromycetes xerófilos (de ambientes secos), como: *Battarea stevenii*, *Calvatia utriformis*, *Cyathus olla*, *Vascellum pratense*, y algunas especies mesófilas (de hábitats con humedad y temperatura de tipo medio), como *Phallus impudicus*, *Lycoperdon*

perlatum, etc. (Fig. 13). Entre los Agaricales (Basidiomycota), pueden citarse: *Agaricus campestris*, *Volvariella gloiocephala*, varias especies coprófilas (sobre excrementos) del género *Panaeolus*, etc. (Figs 14, 15).

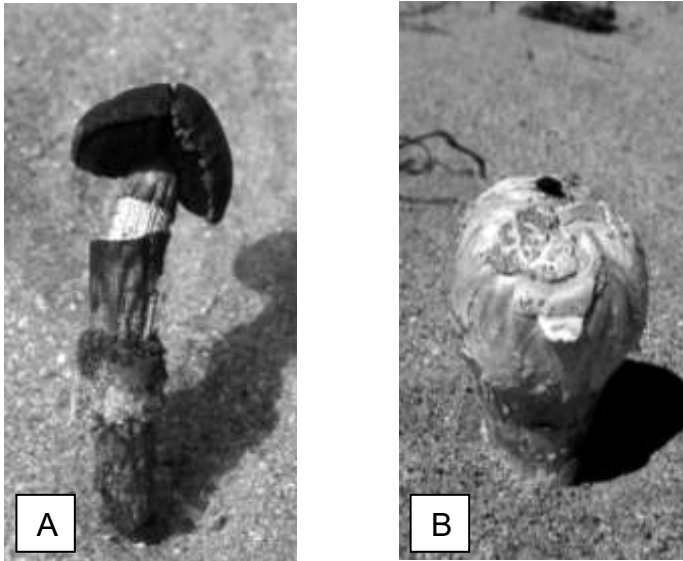


Fig. 11. A: *Agaricus aridicola* (*Gyrophragmium dunalii*), de los ecosistemas de arenas litorales de Tenerife, Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote (Foto E. Beltrán). B: *Phellorinia herculeana*, gasteromicétido como el anterior, citado para Fuerteventura y Lanzarote. En la imagen un ejemplar observado en los arenales de La Graciosa, entre la Caleta del Cebo y Playa de La Cocina, próximo a Montaña Amarilla (Foto P.L. Pérez de Paz).



Fig. 12. *Inonotus tamarici*, parásito macroscópico de *Tamarix canariensis* (tarajal), (Foto A. García Gallo, tomada en La Barranquera, Valle de Guerra, Tenerife).

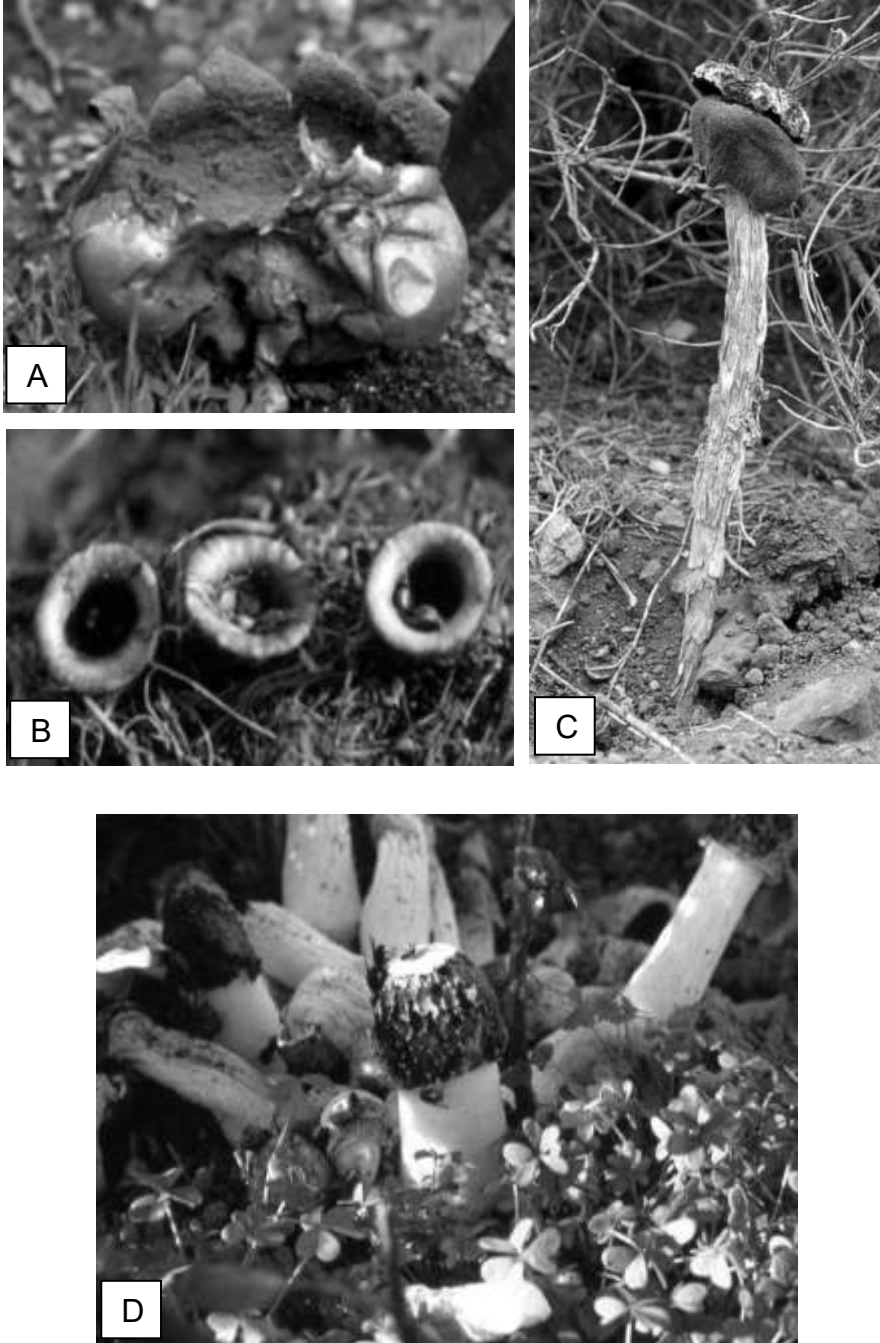


Fig. 13. A: *Calvatia utriformis*. B: *Cyathus olla*. C: *Battarea stevenii*. D: *Phallus impudicus*. Gasteromycetes xero-mesófilos que se desarrollan en tiempo lluvioso en las comunidades de cardonales-tabaibales de Canarias (Fotos E. Beltrán).



Fig. 14. A: *Agaricus campestris* (champiñón campestre), según los entendidos esta seta es más sabrosa que el champiñón cultivado (*Agaricus bisporus*). B: *Volvariella gloiocephala*, seta que puede alcanzar notables dimensiones (hasta 20 cm el diámetro del sombrero). Comestible mediocre, siendo peligrosa porque puede confundirse con especies tóxicas del género *Amanita*. Sin embargo, se diferencia por la ausencia de anillo y las láminas de color rosado oscuro al madurar (Fotos E. Beltrán).



Fig. 15. *Panaeolus sphinctrinus*, especie coprófila, que se desarrolla selectivamente en excrementos de ganado vacuno (Foto E. Beltrán).

Nuestras investigaciones en este amplio “piso basal”, han dado excelentes resultados especialmente en dos grupos: mohos mucilaginosos

(Mycetozoa) y Aphylophorales (Basidiomycota). En el caso del primer grupo hemos dado a conocer en una publicación reciente (Beltrán-Tejera *et al.*, 2010), un total de 66 especies que se desarrollan preferente sobre restos en descomposición de plantas suculentas, especialmente del género *Euphorbia*. Entre estos delicados y diminutos micetozoos mencionaremos: *Badhamia utricularis*, *Arcyria pomiformis*, *Physarum bitectum*, entre otros (Fig. 16). La mayoría de estas especies crecen también en otras partes del mundo, sobre sustratos suculentos y con similares características ecológicas, como hemos podido comprobar en trabajos paralelos, cuyos resultados se han traducido en el descubrimiento de varias especies nuevas para la ciencia, descritas de material de Canarias y México, como es el caso de *Didymium wildpretii* Mosquera, Estrada, Beltrán-Tej. D. Wrigley & Lado; *Cribraria zonatispora* Lado, Mosquera & Beltrán-Tej.; *Licea succulenticola* Mosquera, Lado, Estrada-Torres & Beltrán-Tej.; *Trichia agaves* (G. Moreno, Lizárra & Illana) Mosquera, Lado, Estrada & Beltrán-Tej.; entre otras (Fig. 17).

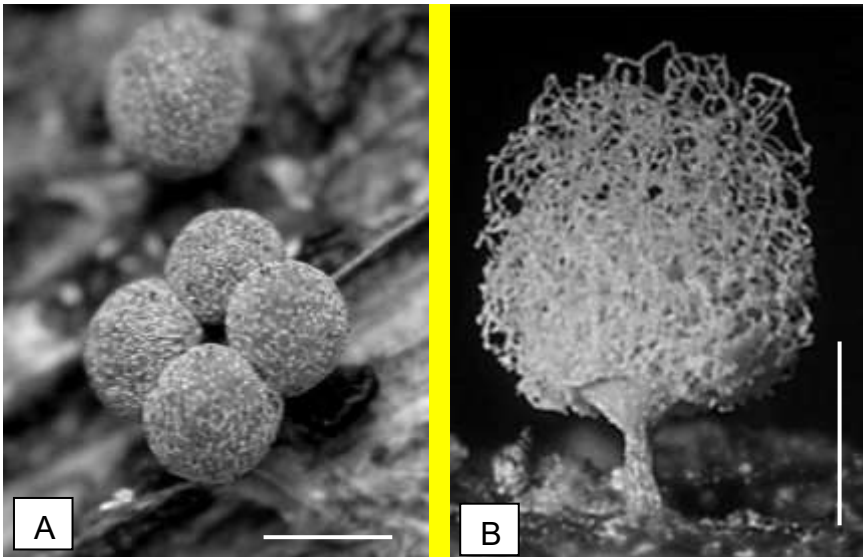


Fig. 16. A: *Badhamia utricularis*. B: *Arcyria pomiformis*. Mohos mucilaginosos (Mycetozoa), de diminuto tamaño (0,4-5 mm) y amplia valencia ecológica, que pueden desarrollarse sobre restos en descomposición de plantas suculentas de las zonas áridas, semiáridas y secas, o bien en restos leñosos en hábitats mesófilos e higrófilos (Fotos E. Beltrán), (Escala 2 mm).

Los Aphylophorales constituyen un grupo con importante representación en los cardonales-tabaibales, sobre todo de especies pertenecientes a los géneros *Peniophora*, *Phanerochaete*, *Hyphoderma*, *Hyphodontia*, *Trechispora*, *Athelia*, entre otros (Fig. 18).

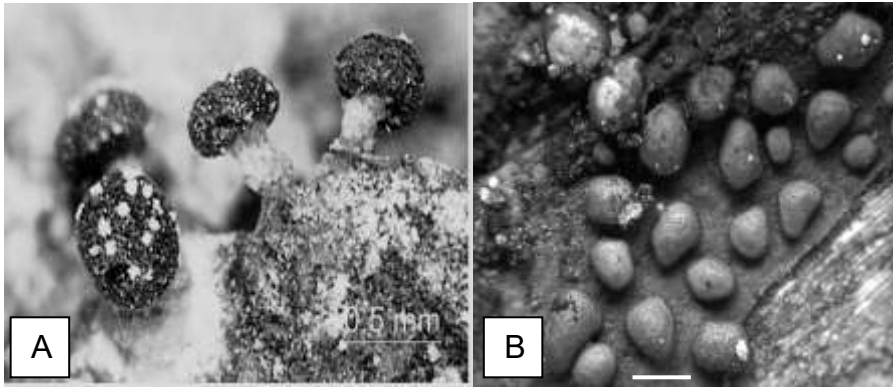


Fig. 17. A: *Didymium wildpretii* (tomado de Lado *et al.*, 2007) y B: *Trichia agaves* (Escala 1 mm), dos micetozoos descritos como nuevas especies para la ciencia, a partir de material de Canarias y México. De zonas áridas y semiáridas, sobre restos en descomposición de plantas suculentas (cactáceas y agaváceas) (Fotos E. Beltrán).

Recientemente hemos dado a conocer una especie de corticiáceo nueva para la ciencia: *Gloeodontia xerophila* Tellería, M. Dueñas, Rodríguez-Armas, Beltrán-Tej. & Melo, descubierta sobre restos en descomposición de tabaibas amargas (*Euphorbia lamarckii*), en Tenerife y de cardones (*Euphorbia canariensis*), en La Palma, en estos ambientes áridos y semiáridos del inframediterráneo (Tellería *et al.*, 2008).

Los sabinares albergan igualmente una micobiota adaptada a condiciones de sequedad ambiental, y son igualmente los Gasteromycetes xero-mesófilos los más frecuentes en estos hábitats: *Pisolitus tinctorius*, *Calvatia lilacina*, *Scleroderma polyrhizum*, especies de *Tulostoma*, etc.

Zonas montanas forestales

La mayor biodiversidad fúngica de Canarias se encuentra en las dos formaciones boscosas naturales, que se instalan en los pisos termomediterráneo húmedo-subhúmedo (monteverde) y mesomediterráneo seco (pinar).

En los bosques de nieblas del monteverde canario o laurisilva, dominan los hongos lignícolas, biodegradadores de los restos leñosos, contribuyendo de una manera eficaz, junto con las bacterias y otros organismos lignocelulolíticos, al reciclaje de los oligoelementos que son necesarios para la vida. Por el contrario, los pinares se caracterizan por albergar un mayor número de hongos terrícolas micorrizógenos, ya que el pino constituye un excelente simbiote, al igual que la mayor parte de las coníferas (Fig. 19 y 20).

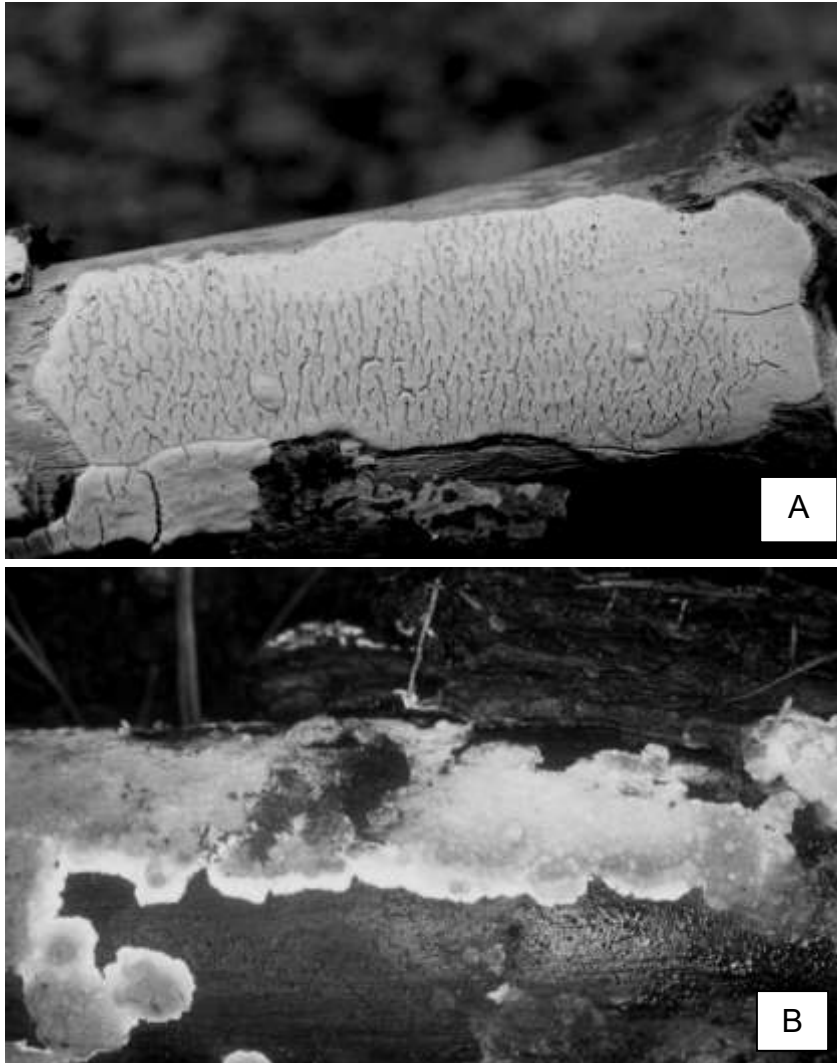


Fig. 18. A: *Phanerochaete tuberculata* y B: *Globulicium hiemale*, corticiáceos (Aphylllophorales), cuyos cuerpos fructíferos o basidiomas se extienden como costras sobre la madera a la que degradan (Fotos E. Beltrán).

Los datos que se presentan en las figuras 19, 20 y 21 son aproximados, y se basan en el conocimiento personal incompleto de la autora sobre la distribución y ecología de la microbiota canaria. Dicho esto, destaca la mayor riqueza específica en el monteverde, alrededor de 723 especies, que representa aproximadamente el 50% del total de macromicetes catalogados hasta el momento para Canarias (1464 especies). En el caso de los pinares, para los que se han registrado alrededor de 398 especies, la estimación está alrededor de un 27% de total de macromicetes. Estos datos quizás pueden

estar condicionados al mayor conocimiento que tenemos de los hongos de la laurisilva canaria, mientras que para el pinar se han realizado un menor número de estudios monográficos (Bañares Baudet, 1988; Beltran-Tejera *et al.*, 2003, 2004), sin olvidar que el monteverde alberga una mayor variedad de hábitats que propicia el desarrollo de una mayor biodiversidad. No obstante lo dicho, hay que tener en cuenta que no todas las especies fúngicas son meso-higrófilas. Un notable número son xerotolerantes y por tanto sus hábitats preferentes se hallan fuera de los ecosistemas forestales.

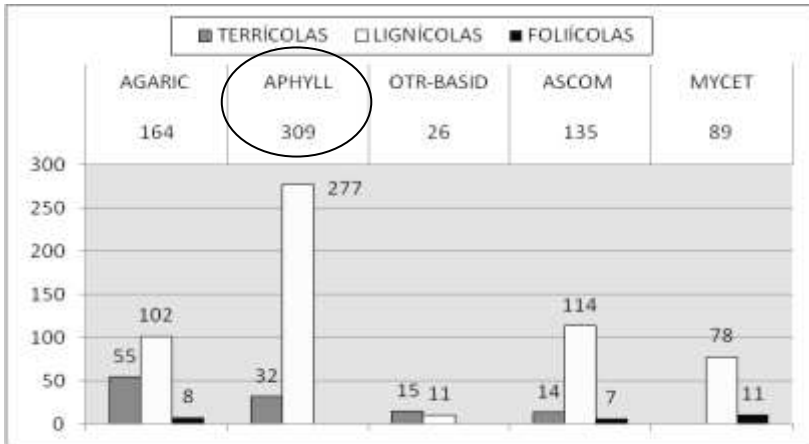


Fig. 19. Micobiota del monteverde canario (≈ 723 especies). Dominan los hongos lignícolas, biodegradadores de los restos leñosos (≈ 582 especies: 80,5%). Aphylloporales es el grupo de mayor importancia en este ecosistema, por su mayor biodiversidad y biomasa.

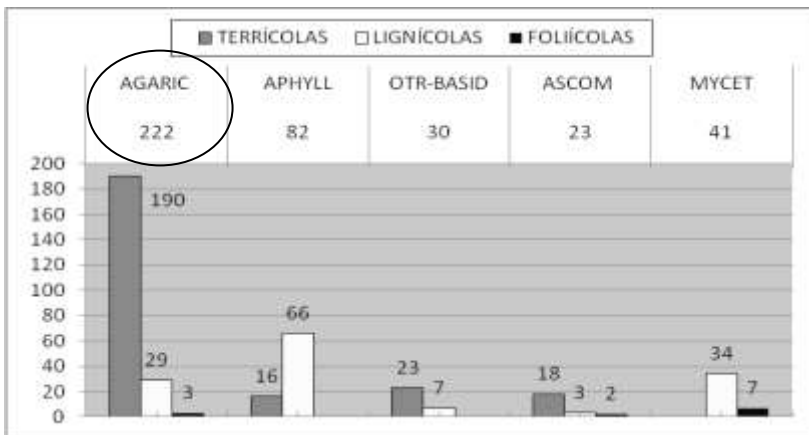


Fig. 20. Micobiota del pinar canario (≈ 398 especies). Dominan los hongos terrícolas micorrizógenos (≈ 247 especies: 62%). Agaricales es el grupo de mayor importancia en este ecosistema, por su mayor biodiversidad y biomasa.

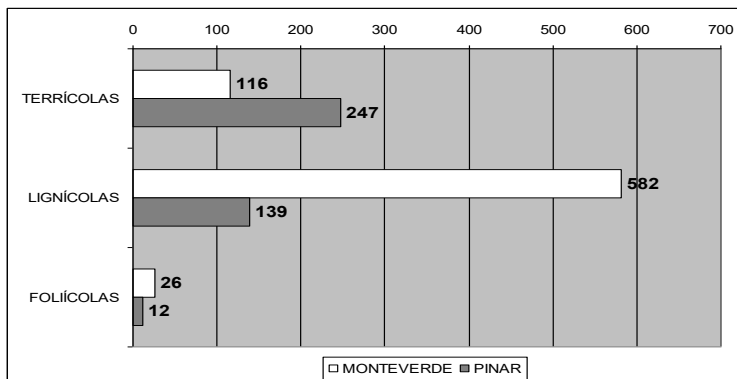


Fig. 21. Datos comparativos aproximados de las categorías ecológicas de los hongos de los bosques canarios. Las especies terrícolas son más abundantes en el pinar (247 spp.: 62%), mientras que las lignícolas dominan en el monteverde (582 spp.: 80,5%).

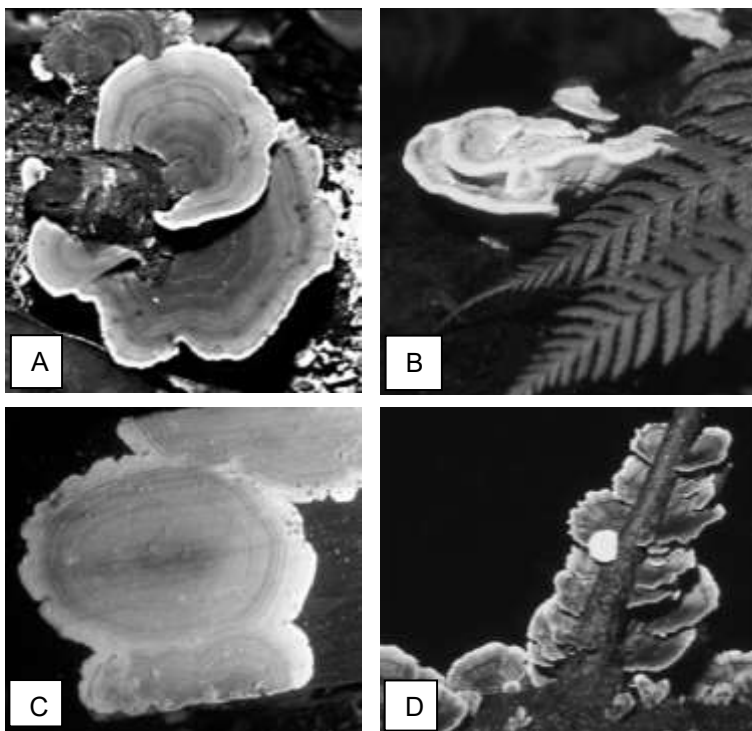


Fig. 22. Los hongos lignícolas del orden Aphyllorphorales (hongos de la madera), son los más importantes en los bosques de laurisilva canarios, por su diversidad específica y biomasa. A: *Stereum complicatum*, de basidioma pileado flabeliforme (sombbrero en forma de abanico). B: *Abortiporus biennis*, de basidioma pileado. C: *Phlebia radiata*, resupinado corticioide. D: *Trametes versicolor*, de basidioma similar al de A (Fotos E. Beltrán).

Los macromicetes que dominan en el **monteverde** pertenecen al grupo de los Aphylophorales lignícolas (Fig. 22) y entre los pileados son frecuentes: *Ganoderma appplanatum*, *Stereum reflexulum*, *Stereum complicatum*, *Phellinus torulosus* y numerosas especies de corticiáceos entre las que cabe mencionar algunos endemismos frecuentes en la laurisilva, como: *Trechispora canariensis* Ryvar den & Liberta, *Phlebiella odontioidea* (Ryvar den & Liberta) Domanski y *Tomentella oligofibula* M.J. Larsen, Beltrán-Tej. & J.L. Rodríguez-Armas, entre otros. Existe un bajo número de especies terrícolas micorrizógenas en este grupo fúngico, siendo frecuentes las especies de *Clavaria*, *Clavulinopsis* y *Ramaria* (Fig. 23), llamativas por sus basidiomas (cuerpos fructíferos) clavados o dendroides, de vistosos colores (Rodríguez-Armas & Beltrán-Tejera, 1995).

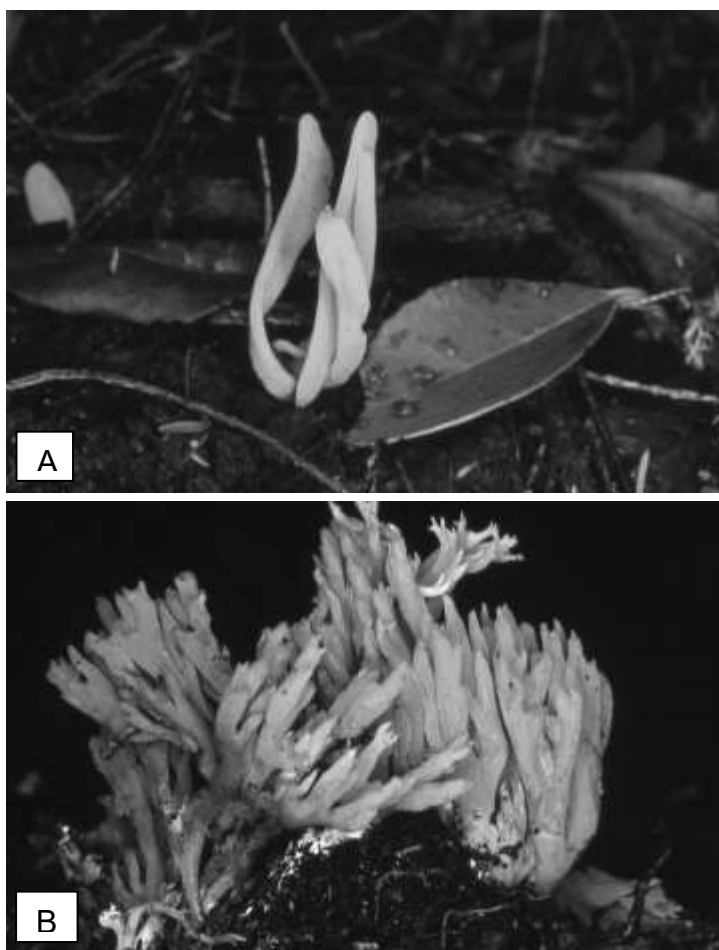


Fig. 23. Aphylophorales de basidioma clavaroide y coraloide, terrícolas, frecuentes en la laurisilva. A: *Clavulinopsis helvola*. B: *Ramaria invalii* (Fotos E. Beltrán).

Sin lugar a dudas, las setas, la mayoría del orden Agaricales (Fig. 24), son los hongos más llamativos de la laurisilva, siendo sobre todo importantes en número las que se desarrollan sobre troncos y ramas en diferentes estados de descomposición. Son típicas *Hypholoma fasciculare*, *Hemimycena crispata*, *H. crispula*, *Omphalotus olearius*, varias especies de *Mycena* (*M. inclinata*, *M. alba*, *M. amicta*, *M. epipterygia*, etc.), *Panellus stipticus*, *Pleurotus dryinus*, *Lentinellus flabelliformes*, etc. *Armillaria mellea* es una especie parásita facultativa, presente también en el monteverde, aunque no exclusiva de esta formación.



Fig. 24. Los Agaricales son los hongos más espectaculares de la laurisilva, por su policromía y diversidad de formas. A: *Mycena inclinata*, es una seta lignícola frecuente en estos bosques. B: *Agaricus xanthoderma*, terrícola como el resto de especie del mismo género, que debido a sus efectos tóxicos no se debe confundir con otras especies comestibles de *Agaricus* (Fotos E. Beltrán).

Entre las terrícolas citemos especies de *Entoloma*, *Hygrocybe*, *Marasmius*, *Agaricus*, *Pluteus*, así como *Leucoagaricus crystallifer*, *Gymnopus dryophilus*, *Macrocyttidia cucumis*, etc. Sobre hojas caídas (foliícolas) se han observado varios agaricales como *Crinipellis phyllophila*, *Marasmius epiphyllus*, *Marasmius hudsonii*, etc. Asimismo, cabe mencionar algunas especies de este ecosistema que han sido descritas como novedades para la ciencia y por el momento deben considerarse exclusivas de Canarias, tal es el caso de *Hygrocybe monteverdae*, *Gymnopus beltraniae* y *Clitocybula wildpretii* (Fig. 25), entre otras.



Fig. 25. *Clitocybula wildpretii* (*Gerronema wildpretii*), una nueva especie para la ciencia descrita recientemente. Agarical lignícola del monteverde de Tenerife y La Gomera (Bañares *et al.*, 2006), (Foto E. Beltrán).

También están presentes en esta formación forestal especies de otros grupos sistemáticos, siendo los Ascomycota el tercero en importancia, entre los que cabe mencionar: *Morchella conica*, *Gyromytra infula* (Fig. 26), *Chlorociboria aeruginascens*, *Xylaria hypoxylon* y endemismos canarios como *Hypoxylon urriesii*, *H. canariensis* (Fig. 27), *Lachnum canariensis*, *Zugazaea agyrioides*, *Pezicula linda*, entre otros, y los endemismos canario-maderenses *Geocoryne variispora*, *Sarcoscypha macaronesica* y *Daldinia macaronesica*. La ‘madre del loro’, son tumoraciones cervicornes producidas por un Basidiomycota microparásito (*Laurobasidium lauri*), en los troncos y ramas del laurel canario (*Laurus novocanariensis*). La especie fúngica fue descrita por Geyler (1874), de material canario; sin embargo se ha observado creciendo en las tres especies actuales del género *Laurus* (*Laurus novocanariensis*, *Laurus azorica* y *Laurus nobilis*), y su distribución es la del hospedante [región Macaronésica, Península Ibérica

atlántica (Portugal, Galicia) y algunos países del Mediterráneo], (Castro & Freire, 1991). La ‘oreja de Judas’ (*Auricularia auricula-judae*), es un Basidiomycota gelatinoso y lignícola, frecuente en laurisilva y siempre asociado al til (*Ocotea foetens*). Más información sobre los hongos de laurisilva en Beltrán-Tejera *et al.* (1992, 2008), Rodríguez-Armas & Beltrán-Tejera (1995), entre otros.



Fig. 26. *Gyromytra infula* (Ascomycota), aparece ocasionalmente en los claros y márgenes de pistas forestales del monte verde (Foto E. Beltrán).



Fig. 27. Son muy frecuentes sobre restos leñosos de diferentes árboles de laurisilva, varias especies de *Hypoxylon* (Ascomycota), como la de la imagen, *Hypoxylon canariensis*, descrita recientemente de material canario, anteriormente incluida en el complejo *H. rubiginosum* (Stadler *et al.*, 2008), (Foto E. Beltrán).

Los **pinares** canarios se instalan por encima del monteverde y quedan por tanto fuera de la influencia benefactora del mar de nubes, produciéndose una inversión climática que se traduce en un ambiente más seco. Este hecho tiene su efecto directo en los procesos más lentos de la descomposición de la madera muerta y los hongos lignícolas no tienen aquí su hábitat más adecuado. En cambio, es notable la abundancia y diversidad de especies terrícolas micorrizógenas, cuyos micelios establecen simbiosis duraderas con las raíces del pino canario (*Pinus canariensis*), como ya se comentó en un párrafo anterior. En estos bosques dominan las setas del orden Agaricales, muy bien representado por especies de los géneros *Inocybe*, *Amanita*, *Cortinarius*, *Russula*, *Lactarius*, *Tricholoma*, *Clitocybe*, *Lepiota*, *Boletus*, *Suillus*, etc. Mencionemos sólo algunas especies de estos géneros: *Suillus bellinii*, *Boletus edulis* (Fig. 28), *Inocybe geophylla*, *Lactarius deliciosus*, *L. sanguifluus*, *Russula delica*, *R. albonigra*, *Clitocybe decembris*, *Cortinarius elatior*, *Tricholoma terreum*, *Amanita gemmata*, *A. muscaria* (Fig. 29), *A. pantherina*, *Mycena pura*, etc.



Fig. 28. *Boletus edulis*, una de las setas más buscadas por sus cualidades gastronómicas. Es frecuente en los pinares (Foto E. Beltrán).

Aunque su presencia es menos importante que en la laurisilva, los lignícolas del orden Aphyllorphorales más frecuentes en los pinares son: *Stereum sanguinolentus*, *S. rugosum*, *Trichaptum abietinum*, *Skeletocutis percanidida*, *S. nivea*, y entre los terrícolas de este mismo grupo son frecuentes: *Boletopsis subsquamosa*, *Thelephora terrestres*, *Sistotrema confluens*, *Coltricia perennis*, *Clavulina rugosa*, *Hydnellum ferrugineum*, *Phellodon niger*, entre otros.



Fig. 29. *Amanita muscaria* ('matamosca'), es una de las setas presente en los pinares, así como en pinares mixtos con fayal-brezal, jarales, etc. (Foto E. Beltrán).



Fig. 30. *Lycoperdon lambinonii* ('pedo de lobo'), especie terrícola de Gastromycetes, propia de pinares. Su gleba (parte fértil), tiene propiedades hemostáticas (Foto E. Beltrán).

Otros grupos sistemáticos también están presentes en el pinar canario. Tal es el caso de *Lycogala epidendrum*, *Leocarpus fragilis*, *Arcyria incarnata*, *Comatricha nigra*, *Hemitrichia abietina*, *Physarum album*, *Physarum viride* (Mycetozoa); *Hevella lacunosa*, *H. helvellula*, *Peziza*

violacea, *Hypocrea rufa*, *Hyaloscypha hialina*, *Lophodermium pinastri*, *Propolis versicolor* (Ascomycota); especies de *Dacrymyces*, *Bovista aestivalis*, *Lycoperdon perlatum*, *L. lambinonii* (Fig. 30), *Scleroderma polyrhizum*, *Rhizopogon roseolus*, etc. (Basidiomycota).

En **jarales** de sustitución de estas formaciones boscosas, se desarrolla un buen número de hongos, algunos de los cuales forman micorrizas con las jaras (*Cistus monspeliensis* y *C. symphytifolius*). Destacan: *Hebeloma cistophilum*, *Lactarius cistophilum*, *L. tesquorum* (Fig. 31), *Leccinum corsicum*, *Hygrophorus pseudodiscoideus*, *Polyporus meridionalis*, *Pisolithus tinctorius*, *Astraeus hygrometricus*, etc. Dähncke (2006), publicó un interesante trabajo sobre los hongos de esta formación vegetal, en el que enumera un centenar de especies registradas para La Palma.



Fig. 31. *Lactarius tesquorum* es una seta micorrizógena, de carne picante, típica de los jarales (Foto E. Beltrán).

Las plantaciones de **eucaliptos** albergan una microbiota interesante, en donde se observa la presencia de ciertas especies propias de estos hábitats, si bien algunas tienen una valencia ecológica más amplia, que les permite desarrollarse en otras comunidades vegetales. Entre las registradas con mayor frecuencia citemos: *Laccaria fraterna*, *Tubaria furfuracea*, *Crepidotus mollis* (Fig. 32), *Laetiporus sulphureus*, etc.

Otras plantaciones con una rica microbiota son los **castaños**, en donde crece un buen número de hongos, no siempre exclusivos de esta formación, pero sí frecuentes en las mismas. Un reciente estudio sobre los castaños de Santa Úrsula (Tenerife), recoge unas 50 especies fúngicas (Gutiérrez Peraza & Beltrán-Tejera, 2008), entre las que cabe mencionar: *Agaricus silvaticus*, *Amanita rubescens*, *Boletus chrysenteron*, *B. edulis*, *B. erythropus*, *Cantharellus cibarius* (Fig. 33), *Cortinarius balteatus*,

Laccaria laccata, *Gyroporus castaneus*, *Lepista nuda*, *Russula sororia*, *Otidea bufonia* (Fig. 34), etc. Quizás la seta más sobresaliente y digna de mención por su peligrosidad es la mortal oronja verde: *Amanita phalloides* (Fig. 35), especie asociada en Canarias a los castaños con la cual forma simbiosis micorrizógena. Este hongo, de periodo de incubación largo, produce graves intoxicaciones, ocasionando la muerte en la mayor parte de los casos. Ha sido citada para La Palma, Gomera, Tenerife y Gran Canaria, siempre asociada al castaño (*Castanea sativa*).



Fig. 32. *Crepidotus mollis*, es un agarical con basidioma sésil, en forma de concha. Es habitual sobre troncos de eucaliptos vivos, aunque también se desarrolla en diferentes restos leñosos del monteverde (Foto E. Beltrán).

En **prados**, calveros de bosques y pistas forestales, se desarrollan especies nitrófilas y heliófilas como: *Agaricus campestris*, *Agrocybe praecox*, *Amanita mairei*, *Boletus pulverulentus*, *Macrolepiota procera*, *Psathyrella candoleana*, *Aleuria aurantia*, *Bovista plumbea*, *Myriostoma coniforme* (Fig. 36), *Colus hirudinosus* (Fig. 37), *Clathrus ruber* (Fig. 38), *Lysurus cruciatus*, *Phallus impudicus*, etc.

Existe un grupo de hongos ecológicamente muy especializado, los denominados carbonícolas o pirófilos, que se desarrollan únicamente sobre cenizas y restos leñosos quemados. En Canarias se ha detectado una micobiota carbonícola que aparece eventualmente después de los incendios forestales. Entre las más fieles se encuentran las siguientes especies: *Faerberia carbonaria* (Fig. 39), *Pholliota highlandensis*, *Tephrocybe atrata*, *Tephrocybe anthracophilum*, *Psathyrella pennata*, *Myxomphalia maura* (Basidiomycota); *Peziza praetervisa*, *Plicaria endocarpoides* y

Anthracobia melanoma (Ascomycota). Se han realizado observaciones de la micobiota pirófila de una manera más detallada en los estudios de los hongos de Tamadaba, en Gran Canaria (Bañares Baudet, 1988), y en los pinares quemados de Fuencaliente, en La Palma (Beltrán Tejera *et al.*, 2003).



Fig. 33. *Cantharellus cibarius* ('rebozuelo'), aparece en pinares, plantaciones artificiales de castaños y ocasionalmente también se desarrolla en laurisilva. Forma simbiosis micorrizógenas con las plantas de estas formaciones (Foto E. Beltrán).



Fig. 34. *Otidea bufonia* (Ascomycota), en plantaciones de castaños (Foto E. Beltrán).



Fig. 35. *Amanita phalloides* ('oronja verde'), es una seta mortal. En Canarias está asociada a los castaños, con los que forma asociaciones mutualistas, de beneficio mutuo (Foto E. Beltrán).



Fig. 36. *Myriostoma coliforme* pertenece a los Gasteromycetes. Es un hongo terrícola, de apetencias mesófilas y nitrófilas. Aparece ocasionalmente en hábitats antropizados (Foto E. Beltrán).



Fig. 37. *Colus hirudinosus* es un gasteromicete terrícola, cuyo basidioma presenta un diminuto pie que surge de la volva, brazos verticales que se unen en el ápice en una celosía, en cuyo interior se aloja la gleba fétida, que atrae a las moscas encargadas de dispersar las esporas. Típico de hábitats antropizados (Foto E. Beltrán).



Fig. 38. *Clathrus ruber*, al igual que *Colus hirudinosus* se desarrolla en hábitats antropizados y nitrófilos. Presenta volva y celosía general, impregnada en su interior de la gleba, de similares características que la de *C. hirudinosus* (Foto E. Beltrán).



Fig. 39. *Faerberia carbonaria*, especie pirófila o carbonícola, que crece sobre cenizas y restos leñosos quemados (Foto E. Beltrán).

La alta montaña canaria

En los retamares y codesares del piso bioclimático supramediterráneo hemos realizado interesantes descubrimientos fúngicos en los últimos años, tanto en las cumbres del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, en La Palma, como en las del Parque Nacional del Teide, en Tenerife, las islas de mayor altura del archipiélago. Los datos de Taburiente han sido publicados (Beltrán-Tejera *et al.*, 2004) y en este territorio de condiciones climáticas extremas se han registrado sobre todo especies lignícolas de los grupos Mycetozoa y Aphyllophorales, para los cuales se catalogaron 7 y 31 especies, respectivamente. Entre los primeros cabe citar *Arcyria cinerea*, *A. ferruginea*, *A. incarnata*, *Comatricha nigra*, *Didymium clavus*, *D. squamulosum*, *Physarum leucophaeum*, *P. notabile*, *Trichia munda*, etc., y entre los Aphyllophorales se registraron: *Aleurodiscus minor*, *Athelia epiphylla*, *Botryobasidium subcoronatum*, *Coniophora puteana*, *Melzerium udicola*, *Peniophora incarnata*, *P. cinerea*, *P. rufomarginata*, *Phanerochaete tuberculata*, *P. xeropila*, *Stereum hirsutum*, *Trechispora coharens*, entre otros.

El Parque Nacional del Teide presenta similares características ecológicas que las cumbres de La Palma, por su situación de alta montaña con gran insolación, agreste orografía, extremas condiciones climáticas, etc., factores que no favorecen el desarrollo de los hongos, sobre todo macroscópicos, organismos exigentes en cuanto a requerimientos hídricos se refiere. La inexistencia de formaciones boscosas y por tanto de sustratos

idóneos (suelos húmicos y restos leñosos húmedos), a partir de los cuales obtener los nutrientes, representa serias limitaciones para la presencia de estos organismos en esas condiciones extremas. No obstante lo dicho, ha sido sorprendente comprobar, contra todo pronóstico, la existencia de un notable número de especies fúngicas lignícolas xerotolerantes, ligadas a sustratos leñosos, capaces de retener agua durante periodos más o menos largos. Así pues, la inmensa mayoría los hongos presentes en Las Cañadas del Teide son lignícolas y por tanto eficaces biodegradadores de los restos leñosos.



Fig. 40. Diferentes especies discoides, de pequeño tamaño, pertenecientes a Ascomycota, son frecuentes en ramas de codesos, retamas y otras plantas de las cumbres tinerfeñas, soportando a veces condiciones climáticas extremas, como los ejemplares de la imagen cuyo sustrato descansa sobre la nieve (Foto E. Beltrán).

El sustrato más importante, como cabía esperar dada su abundancia, es la retama del Teide (*Spartocytisus supranubius*), con una arquitectura idónea para retener suficiente humedad en la parte inferior de sus ramas muertas, tendidas sobre el suelo de forma radial. Los Aphyllophorales han resultado ser, como en las cumbres de Taburiente, los hongos más representados de las cumbres de Tenerife, siendo frecuentes especies de *Peniophora*, *Athelia*, *Phanerochaete*, *Hyphodontia*, *Hyphoderma*, *Trechospora*, *Sistotrema*, etc. Los Ascomycota, constituyen el otro grupo de gran protagonismo en este Parque, y las especies más frecuentes pertenecen a los géneros *Cystella*, *Claussenomyces*, *Hyphodiscus*, *Orbilina*, *Stictis*, *Hypoxylo-*
lon, etc. En los biotopos húmedos, como fuentes y tubos volcánicos, hemos observado en alguna ocasión *Scutellinia scutellata*, ascomicota higrófilo, de requerimientos hídricos más acusados (Beltrán-Tejera *et al.*, 2010). Los

mohos mucilaginosos (Mycetozoa) y Agaricales han resultado ser por el momento, el grupo con menor representación en Las Cañadas del Teide. Para el segundo grupo se han citado *Pleurotus ostreatus* (Fig. 41), sobre retamas muertas y las terrícolas *Amanita pantherina* y *Tubaria furfuracea* (citada como *Tubaria hiemalis*) (Fig. 42). En el oromediterráneo se ha registrado la presencia de un ejemplar de Agaricales del género *Naucoria* (*Agrocybe s. auct.*), en las fumarolas del Teide, a 3510 m de altitud (Beltrán-Tejera *et al.*, 1992).

Los resultados de un reciente proyecto que hemos desarrollado en el Parque Nacional del Teide (Beltrán-Tejera *et al.*, 2010), se irán publicando próximamente. De esta manera, los estudios en Agaricales se hallan en estos momentos en prensa (Bañares Baudet & Beltrán-Tejera, 2011). Además, algunos resultados preliminares ya han sido dados a conocer (Beltrán-Tejera *et al.*, 2008; Díaz Armas *et al.*, 2009).



Fig. 41. Es rara la presencia de *Pleurotus ostreatus* en las comunidades de leguminosas de la alta montaña tinerfeña. Se ha registrado en ramas muertas de retamas del Teide (Foto E. Beltrán).



Fig. 42. *Tubaria furfuracea*, relativamente frecuente bajo retamas, en zonas orientadas a norte y en condiciones de humedad idóneas (Foto E. Beltrán).



Fig. 43. *Resupinatus plicatus* es un diminuto agarical, de basidioma sésil y forma de concha, frecuente y abundante en ramas y raíces de retamas húmedas enterradas, con una amplia distribución en el Parque Nacional del Teide. Presente también en las Cumbres de la Caldera de Taburiente, sobre ramas de codesos (Foto E. Beltrán).

Bibliografía

- ACEBES GINOVÉS, J.R., M.C. LEÓN ARENCIBIA, M.L. RODRÍGUEZ NAVARRO, M. DEL ARCO AGUILAR, A. GARCÍA GALLO, P.L. PÉREZ DE PAZ, O. RODRÍGUEZ DELGADO, V.E. MARTÍN OSORIO & W. WILDPRET DE LA TORRE (2010). Pteridophyta, Spermatophyta. In Arechavaleta, M., S. Rodríguez, N. Zurita & A. García (Eds.): *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres*. 2009. Gobierno de Canarias, pp. 119-172.
- ALEXOPOULOS, C.J. & C.W. MIMS (1985). *Introducción a la Micología*. Ed. Omega. Barcelona. 638 pp.
- ARECHAVALETA HERNÁNDEZ, M., N. ZURITA PÉREZ, M.C. MARRERO GÓMEZ & J.L. MARTÍN ESQUIVEL (2005). *Lista preliminar de especies silvestres de Cabo Verde. Hongos, Plantas y Animales Terrestres*. Gobierno de Canarias. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial. 155 pp.
- ARECHAVALETA, M., S. RODRÍGUEZ, N. ZURITA & A. GARCÍA, Coord., (2010). *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres*. 2009. Gobierno de Canarias. 579 pp.
- BAÑARES BAUDET, Á. (1988). *Hongos de los pinares de Tamadaba (Gran Canaria)*. Instituto de Estudios Canarios & C.S.I.C., Monografía XXXVI. 280 pp.
- BAÑARES BAUDET, Á. & E. BELTRÁN-TEJERA (2011). Rare and interesting Agaricales *s.l.* (Agaricomycetes, Basidiomycota) of the canarian highland scrub in the Teide National Park (Tenerife, Canary Islands). *Crypt. Mycol.* (en prensa).
- BAÑARES BAUDET, Á., E. BELTRÁN & M. BON (2006). *Gerronema wildpretii sp. nov.* (Agaricales, Basidiomycetes) a new species from the Canary Islands. *Mycologia* 98 (3): 455-459.
- BELTRÁN-TEJERA, E. (2010a). Fungi *s.l.* In Arechavaleta, M., S. Rodríguez, N. Zurita & A. García (Coord.), 2010. *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres*. 2009. Gobierno de Canarias; pp. 25-70.
- BELTRÁN-TEJERA, E. (2010b). Diversidad florística de la Región Macaronésica. Asignatura del Master en “Biodiversidad terrestre y conservación en Islas”. Facultad de Biología. Universidad de La Laguna (Curso 2010-2011).
- BELTRÁN-TEJERA, E., Á. BAÑARES BAUDET & J.L. RODRÍGUEZ-ARMAS (1992). Flora Micológica de las Islas Canarias. In KUNKEL, G. (coord.): *Flora y Vegetación del Archipiélago Canario. Tratado florístico. Primera Parte*. Ed. Edirca, Las Palmas de Gran Canaria, pp. 123-147.

- BELTRÁN-TEJERA, E., J. MOSQUERA & C. LADO (2010). *Myxomycete diversity from arid and semiarid zones of the Canary Islands (Spain)*. *Mycotaxon* 113: 439-461.
- BELTRÁN-TEJERA, E., J.L. RODRÍGUEZ-ARMAS & Á. BAÑARES BAUDET (2003). Observaciones sobre la sucesión fúngica en los pinares después de un incendio: Pinares de Fuencaliente (La Palma, Islas Canarias). *Bol. Soc. Micol. Madrid* 27: 101-147.
- BELTRÁN-TEJERA, E., J.L. RODRÍGUEZ-ARMAS, Á. BAÑARES BAUDET, J. BARRERA ACOSTA & C. LADO RODRÍGUEZ (2004). Hongos. In Beltrán-Tejera, E. (Ed.). *Hongos líquenes y briófitos del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente*. O. A. de Parques Nacionales, Serie Técnica. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. pp. 55-232.
- BELTRÁN-TEJERA, E., J.L. RODRÍGUEZ-ARMAS, Á. BAÑARES BAUDET & C. LADO RODRÍGUEZ (2008). Hongos. En Beltrán Tejera, E. (Ed.) *Hongos, líquenes y briófitos del Parque Nacional de Garajonay (Gomera, Islas Canarias)*. O. A. de Parques Nacionales, Serie Técnica. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. pp. 41-390.
- BELTRÁN-TEJERA, E., M.J. DÍAZ-ARMAS, J.L. RODRÍGUEZ-ARMAS, L. QUIJADA & Á. BAÑARES BAUDET (2009). Micobiota del Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias). Resultados preliminares (Poster). XVII Simpósio de Botânica Criptogâmica. Universidad Lisboa (Tomar-Portugal), (23-25 septiembre).
- BELTRÁN-TEJERA, E., J.L. RODRÍGUEZ-ARMAS, M.J. DÍAZ ARMAS & L.J. QUIJADA FUMERO (2010). *Inventario de la biota no vascular (hongos y briófitos) del Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias)*. Memoria Final. Convenio Ministerio de Medio Ambiente, Medio Marino y Rural (TRAGSA) y Dpto. de Biología Vegetal (Botánica), Universidad de La Laguna (Fundación Empresa-Universidad). Ref. SICOEN: 811009. La Laguna, Santa Cruz de Tenerife. 287 pp.
- BORGES, P.A.V., C. ABREU, A.M. FRANQUINHO AGUIAR, P. CARVALHO, R. JARDIM, I. MELO, P. OLIVEIRA, C. SÉRGIO, A.R.M. SERRANO & P. VIEIRA (Eds.) (2008). *A list of the terrestrial fungi, flora and fauna of Madeira and Selvagens archipelagos*. Direcção Regional do Ambiente da Madeira and Universidade dos Açores, Funchal and Angra do Heroísmo, 440 pp.
- BORGES, P.A.V., A. COSTA, R. CUNHA, R. GABRIEL, V. GONÇALVES, A.F. MARTINS, I. MELO, M. PARENTE, P. RAPOSEIRO, P. RODRIGUES, R.S. SANTOS, L. SILVA, P. VIEIRA & V. VIEIRA (Eds.), (2010). *A list of the terrestrial and marine biota from the Azores*. Princípios, Cascais, 432 pp.

- CASTRO, M. L. & L. FREIRE (1991). *Laurobasidium lauri* (Geyler) Jülich. Especie mediterránea en Galicia (NO de la Península Ibérica). Munibe (Ciencias Naturales-Natur-Zientziak), San Sebastian, 4: 99-101.
- COSTA, M. (2004). Biogeografía. In Izco, J., E. Barreno, M. Brugués, M. Costa, J.A. Devesa, F. Fernández, T. Gallardo, X. Llimona, C. Prada, S. Talavera & B. Valdés: *Botánica*. 2ª Ed. MacGraw-Hill. Interamericana. Madrid, pp. 795-852.
- DÄHNCKE, R.M. (2006). Ciento dos setas que crecen en comunidades de *Cistus symphytifolius* Lam. y *Cistus monspeliensis* L. en la isla de La Palma (Islas Canarias). *Cantarela* 31: 1-4.
- DE ANDRÉS, B. LLAMAS, A. TERRÓN, J.A. SÁNCHEZ, O. GARCÍ. E. ARROJO & T. PÉREZ (1990). *Guía de hongos de la península ibérica (noreste peninsular, León)*. Celarayn Editorial, León. 578 pp.
- DÍAZ-ARMAS, M.J., E. BELTRÁN-TEJERA & J.L. RODRÍGUEZ-ARMAS (2009). El género *Peniophora* (Aphyllophorales s.l., Basidiomycota), en las comunidades de leguminosa de la alta montaña canaria (Islas Canarias). (Poster). XVII Simpósio de Botânica Criptogâmica. Universidad Lisboa (Tomar-Portugal), (23-25 septiembre).
- ESTRADA, A. (1977). *Vida de María Sabina. La sabia de los hongos*. Siglo veintiuno Ed. S.A. México. 164 pp.
- GERHARDT, E., J. VILA & X. LLIMONA (2000). *Hongos de España y de Europa. Manual de Identificación*. Ed. Omega, S.A., Barcelona, 957 pp.
- GEYLER, T.H. (1874). *Exobasidium lauri* nov. sp. Als Ursache der sogenannten Luftwurzeln von *Laurus canariensis*. L. Bot. Ztg. 32: 321-326.
- GUTIÉRREZ PERAZA, J. & E. BELTRÁN-TEJERA (2008). Guía de las setas del castaño del municipio de Santa Úrsula (Tenerife, Islas Canarias). *Publ. Ayto. Sta. Úrsula. Tenerife*. 148 pp.
- HERNÁNDEZ PADRÓN, C. & I. PÉREZ-VARGAS (2010). Lichenes, Lichenicolous fungi. In Arechavaleta, M., S. Rodríguez, N. Zurita & A. García (Eds.): *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres. 2009*. Gobierno de Canarias, pp. 71-104.
- KIRK, P.M., P.F. CANNON, D.W. MINTER & J.A. STALPERS (2008). *Dictionary of the Fungi*. 10th Edition, CAB International. Oxon, UK. 771 pp.
- KOHLMEYER, J. (1967). Intertidal and phycophilous fungi from Tenerife (Canary Islands). *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 50: 137-147.
- LADO, C., J. MOSQUERA, A. ESTRADA-TORRES, E. BELTRÁN-TEJERA & D. WRIGLEY DE BASANTA (2007). Description and culture of a new succulenticolous *Didymium* (Myxomycetes). *Mycologia* 99: 602-611.

- LOSADA LIMA, A., G.M. DIRKSE, S. RODRÍGUEZ NÚÑEZ & J.M. GONZÁLEZ MANCEBO (2010). Anthocerotophyta, Marchantiophyta, Bryophyta. *In* Arechavaleta, M., S. Rodríguez, N. Zurita & A. García (Eds.): *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres. 2009*. Gobierno de Canarias, pp. 105-119.
- MARTÍN ESQUIVEL, J.L., M.C. MARRERO GÓMEZ, N. ZURITA PÉREZ, M. ARECHAULETA HERNÁNDEZ & I. IZQUIERDO ZAMORA (2005). Biodiversidad en gráficas. Especies silvestres de las Islas Canarias. Gobierno de Canarias. Publ. Turquesa S.L., S/C Tenerife. 56 pp.
- MORO, L., J.L. MARTÍN, M.J. GARRIDO & I. IZQUIERDO (Eds.), (2003). *Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales) 2003*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. S/C Tenerife. 250 pp.
- RAVEN, P.H., R.F. EVERT & S.E. EICHHORN (1991). *Biología de las Plantas*. I. Editorial Reverté, S.A., Barcelona. 369 pp.
- RODRÍGUEZ-ARMAS, J.L. & E. BELTRÁN-TEJERA (1995). Contribución al estudio de los Aphyllophorales (Basidiomycotina) del monteverde de las Islas Canarias. *Biblioth. Mycol.* 160: 1-456.
- SHAEFER, H. (2003). Chorology and Diversity of the Azorean Flora. *Dissertationes Botanicae*. Cramer, Berlin, Stuttgart, Band 374: 1-130 pp.
- SIMIL: <http://www.rjb.csic.es/sim/php/Paginas/indexphp.php> (2007). Sistema de Información Micológica Ibérica en Línea. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Proyecto Flora Micológica Ibérica I-VI (1990-2008). Ministerio de Educación y Ciencia. Web actualizada (Febrero de 2007).
- STADLER, M., J. FOURNIER, A. GRANMO & E. BELTRÁN-TEJERA (2008). The “red Hypoxylons” of the temperate Northern hemisphere. *North American Fungi* 3: 73-125.
- TELLERÍA, M.T., M. DUEÑAS, J.L. RODRÍGUEZ-ARMAS, E. BELTRÁN-TEJERA & I. MELO (2008). *Gloeodontia xerohila*, a new species with corticioid basidioma from the Canary Islands. *Mycologia* 100: 673-676.

3. Babosas marinas de las islas Canarias

Leopoldo Moro¹,
Juan José Bacallado² & Jesús Ortea³

*GRIMA-OCEÁNIDAS, Grupo de Investigación en Moluscos del Atlántico, C/.
La Libertad, 8 -33180- Noreña, Asturias, España.*

¹ *Cm. San Lázaro, 126 (Rtda-Aeropuerto), 38206, La Laguna, SC de
Tenerife, islas Canarias. lmoraba2@gmail.com.*

² *Museo de Ciencias Naturales de Tenerife, Organismo Autónomo de
Museos y Centros del Cabildo de Tenerife.*

³ *Departamento BOS, Universidad de Oviedo.*

*Como ‘babosas marinas’ se conocen a los representantes de
varios órdenes de moluscos, que normalmente tienen la concha
reducida o ausente. La carencia de esta estructura protectora ha
sido suplida con singulares estrategias de vida que, sin duda, se
han visto reflejadas en los variados diseños que exhiben estos
singulares invertebrados. A lo largo de más de tres décadas, bajo
la dirección del Dr. Bacallado y siendo investigador principal el
Dr. Ortea, se ha llevado a cabo un inventario exhaustivo de las
babosas marinas de Canarias, que ronda las 270 especies.*

Encuadre taxonómico de los opisthobranquios

El mayor número de especies del reino animal se concentra en los ecosistemas terrestres, debido a la extraordinaria diversidad de los insectos (aproximadamente el 80% de las especies existentes). Sin embargo, el medio marino sobresale por albergar un mayor número de filos o agrupaciones de organismos basadas en un plan general de organización. La alta diversidad de grupos de organismos en el mar es comprensible si se tiene en cuenta que el origen de la vida está en los océanos, lo que justifica la presencia en el medio marino de 31 de los 32 filos conocidos (Fig. 1).

Así, animales tan diversos como babosas marinas, caracoles terrestres, mejillones o pulpos se agrupan en el filo de los moluscos, por presentar un plan básico de organización común.

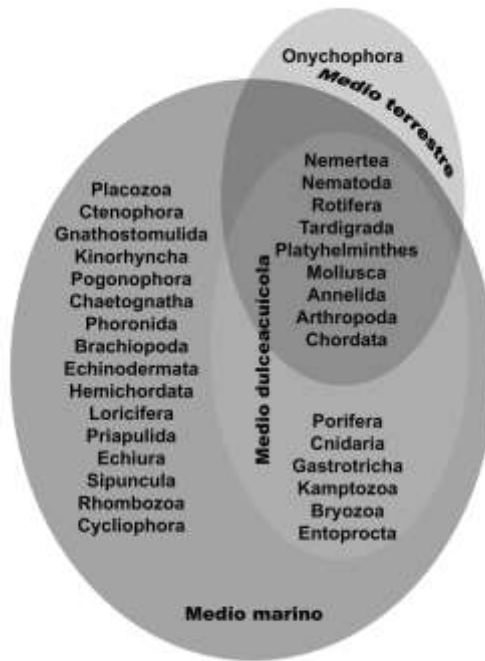


Fig. 1. Treinta y uno de los treinta y dos filos conocidos en el ámbito de la zoología están presentes en el medio marino.

Los censos globales de fauna marina han revelado que los grupos más diversos en el mar son los moluscos, seguidos de los crustáceos y los cordados. Estos resultados son similares a los observados en los mares canarios (Tabla 1), donde el filo de los moluscos es el más diverso, con casi un 30% de las especies inventariadas.

Tabla 1. El filo de los moluscos constituye el grupo más diversificado en el mar. En Canarias casi el 30% de las especies marinas pertenecen a moluscos.

Filo	Canarias (Garrido <i>et al.</i> , 2003)	Global (Bouchet, 2006)
Moluscos	29,43%	25,87%
Crustáceos (Artrópodos)	27,57%	23,25%
Cordados	18,74%	10,54%

Así, el último censo de fauna marina de Canarias (Moro *et al.*, 2003) contabilizó alrededor de 1200 especies de moluscos, de las cuales tres cuartas partes correspondían a representantes de la clase de los gasterópodos. De forma sintética, los moluscos marinos en Canarias se dividen como sigue:

Monoplacóforos.- Presentan una concha de una sola pieza, cónica y ovalada y constituyen una línea primitiva. Son habitantes de las grandes profundidades marinas y se les considera como fósiles vivientes (Ejemplo: *Neopilina*). No existen datos sobre su presencia en Canarias.

Caudofoveados y solenogastros.- Antiguamente agrupados en la clase de los aplacóforos, son moluscos aberrantes de cuerpo alargado y vermiforme. Carecen de concha, que está reducida a una serie de espículas dispersas por el manto. Viven en el mar. En las aguas canarias sólo han sido citadas dos especies de solenogastros (Fig. 2).

Escafópodos.- Poseen una concha en forma de ‘colmillo’ de elefante, abierta por lo dos extremos. Son exclusivamente marinos y viven enterrados en la arena o en el fango. Al menos 15 especies han sido registradas en Canarias (Fig. 3).

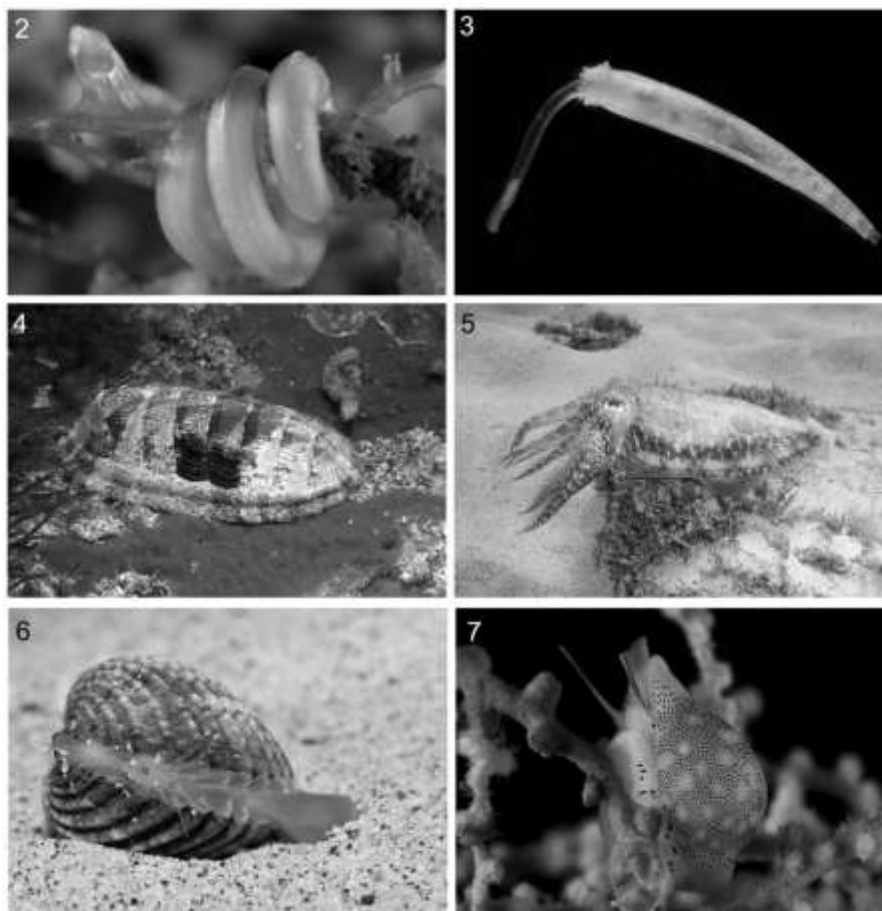
Poliplacóforos.- También llamados quitones, son moluscos exclusivamente marinos que presentan una concha formada por ocho piezas transversales imbricadas como las tejas de un tejado, de atrás hacia delante. En Canarias han sido citadas 17 especies (Fig. 4).

Cefalópodos.- Generalmente tienen la concha reducida o ausente. El pié está modificado formando una corona de brazos con ventosas (tentáculos) que se disponen alrededor de la boca. Son exclusivamente marinos y se conocen 44 especies en Canarias (Fig. 5).

Bivalvos.- Incluyen animales tan conocidos como los mejillones, berberechos, ostrones, etc., y se caracterizan por tener una concha formada por dos valvas laterales. Son tanto marinos como dulciacuícolas. En Canarias han sido citadas al menos 227 especies (Fig. 6).

Gasterópodos.- Los gasterópodos o gastrópodos (del griego gaster, "estómago", y poda, "pie") constituyen la clase más extensa del filo de los moluscos y se caracterizan por la torsión, un proceso en que la masa visceral gira sobre el pie y la cabeza durante el desarrollo. Típicamente tienen una cabeza bien definida, un pie musculoso ventral y una concha dorsal (que puede reducirse o hasta perderse en los más especializados) donde se protege la masa visceral. En Canarias su diversidad supera las 900 especies (Fig. 7).

La clase de los gasterópodos incluye a los **opistobranquios** (Fig. 8), vulgarmente conocidos con el nombre de babosas marinas, babosas de branquias laterales, liebres marinas, mariposas de mar, etc.; que engloban a moluscos marinos cuyas adquisiciones evolutivas les han permitido

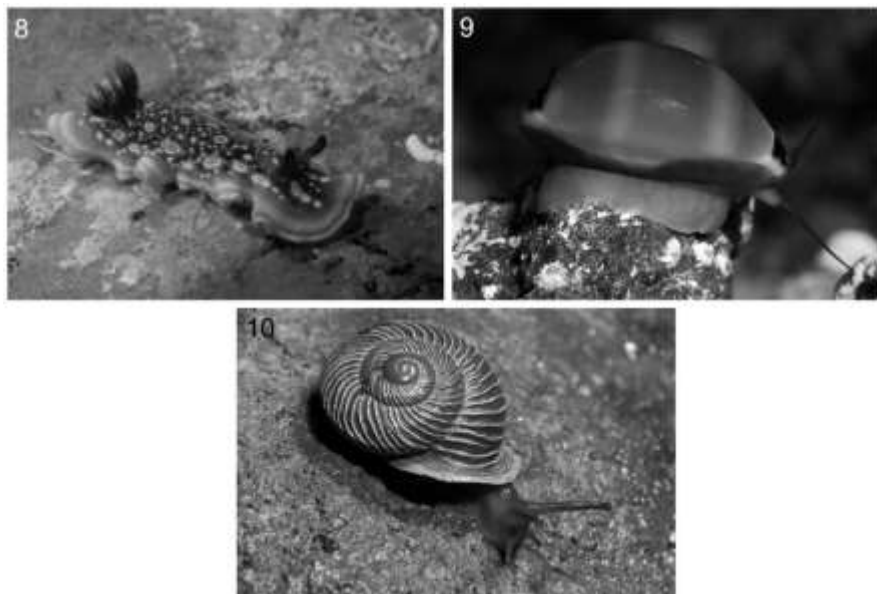


Figs 2-7. Ejemplos de moluscos marinos de Canarias: Fig. 2. *Nematomenia flavens* (solenogastro); Fig. 3. Escafópodo; Fig. 4. *Chiton canariensis* (poliplacóforo); Fig. 5. *Sepia officinalis* (cefalópodo); Fig. 6. *Acanthocardia tuberculata* (bivalvo); Fig. 7. *Pseudosimnia carnea* (gasterópodo).

liberarse de ciertas limitaciones estructurales, funcionales y de comportamiento, que ostentan las otras dos subclases de los gasterópodos: los prosobranquios (Fig. 9) (típicos caracoles marinos) y los pulmonados (Fig. 10), que agrupan a los caracoles y babosas terrestres y de las aguas dulces.

Antecedentes históricos

En Canarias las primeras referencias de las que tenemos noticia se deben a D'Orbigny (1869) (Fig. 11), quien cita y describe algunas especies de anaspídeos y nudibranchios, en la magna obra '*Histoire naturelle des îles Canaries*' de Webb y Berthelot. En torno a esta época solo se publican



Figs 8-10. Ejemplos de gasterópodos de Canarias: Fig. 8. *Chromodoris rodomaculata* (opistobranquio); Fig. 9. *Luria lurida* (prosobranquio); Fig. 10. *Hemicycla plicaria* (pulmonado).

algunos trabajos (Mac Andrew, 1852; Chun, 1889 y Bergh, 1892). En 1932, Odhner publica la obra '*Beiträge zur Malakozoologie der Kanarischen Inseln*' en la que estudia el material recolectado en las islas por diversos naturalistas, que se encontraba depositado en diferentes museos europeos. Eales (1957), Duffus & Johnston (1969) y Geerts (1969) citan algunas especies en el archipiélago; posteriormente Nordsieck (1972) recopila la mayoría de las citas de opistobranquios realizadas hasta ese momento.

A partir de 1980 se produce un gran impulso en la investigación del grupo, dirigida desde las universidades de La Laguna y Oviedo, así como del Museo de Ciencias Naturales de Santa Cruz de Tenerife, integrados en los proyectos: 'Estudio del Bentos Marino del área circumcanaria', 'Moluscos Opistobranquios del Archipiélago Canario: Estudio zoológico taxonómico/biogeográfico) y químico' y 'Macaronesia 2000'. Se realiza un estudio riguroso y continuado donde, autores como Ortea, Pérez Sánchez, Bacallado, Moro, Valdés, Bouchet, Cervera y otros, describen inicialmente las especies antiguas (Ortea & Bacallado, 1981), describen numerosas especies nuevas para la ciencia y citan otras muchas. Como resultado del proyecto 'Estudio del Bentos Circumcanario', en 1984 (Ortea *et al.*, 1984) se relacionan un total de 62 especies observadas en las islas y

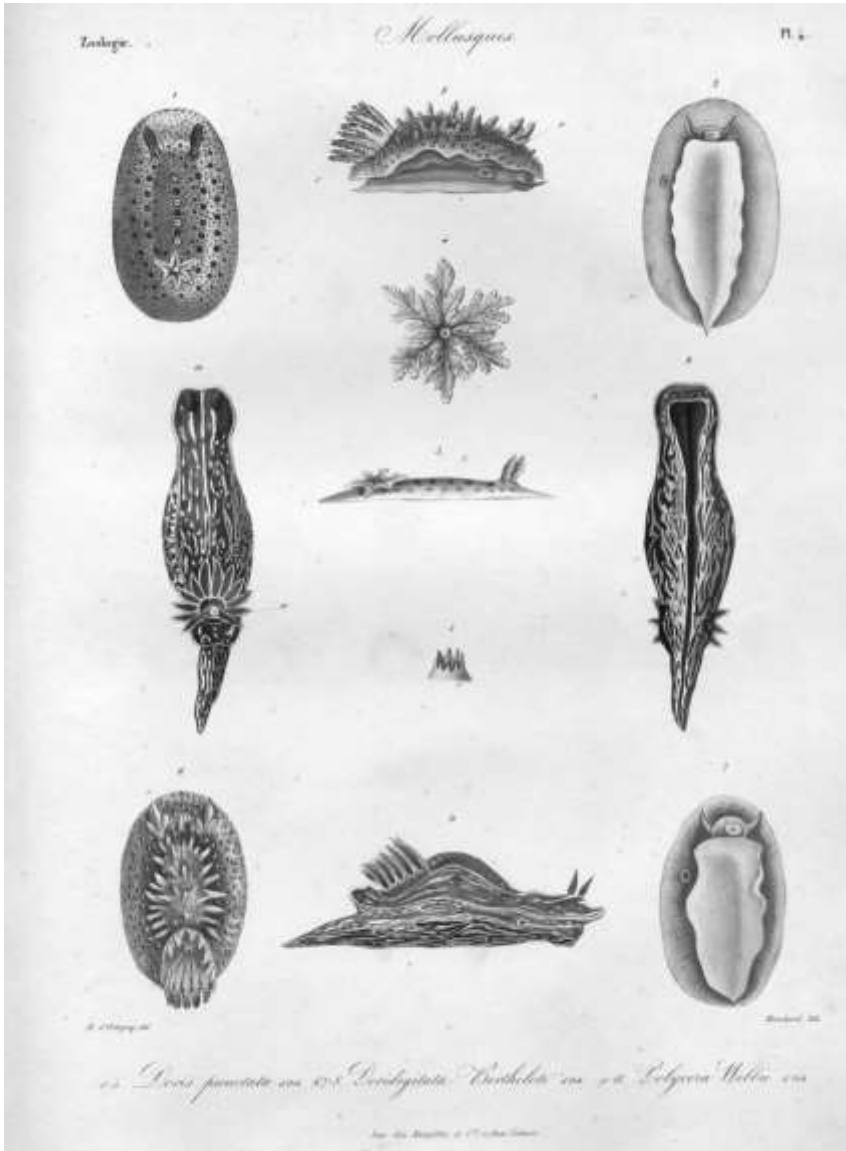


Fig. 11. Lámina de D'Orbigny (1869), publicada en la monumental obra de Webb y Berthelot, en la que se ilustran algunas babosas marinas.

adelanta la presencia de otras a nivel de género. En 1988 (Cervera *et al.*, 1988) se publica el 'Catalogo actualizado y comentado de los Opisthobranchios (Mollusca: Gastropoda) de la Península Ibérica, Baleares y Canarias, con algunas referencias a Ceuta y la isla de Alborán' donde se recopilan cerca de un centenar de especies presentes en Canarias. Al propio tiempo se publican varios trabajos entre los que destacan aquellos que

hacen referencia a grupos concretos (Ortea, 1981; Ortea & Martínez, 1991; Pérez-Sánchez *et al.*, 1992; Hernández *et al.*, 1993; Moro *et al.*, 1995; Ortea *et al.*, 1996; etc.). Ortea *et al.* (2001), tras haber publicado más de medio centenar de trabajos sobre las babosas marinas de Canarias, dan a conocer un total de 245 especies, de las cuales 23 se citan por vez primera en Canarias, mientras que una veintena continuaban es estudio.

En la última década han sido numerosos los trabajos que han sumado especies al inventario de estos moluscos en Canarias (Ortea *et al.* 2001; Caballer *et al.*, 2001; Moro y Ortea, 2001; Ortea, Caballer & Moro, 2002a; Ortea, Caballer & Moro, 2002b; Ortea, Moro & Caballer, 2002; Ortea *et al.*, 2002; Ortea *et al.*, 2003; Ortea, Moro & Espinosa, 2003; Ortea, Caballer & Moro, 2003; Ortea, Bacallado & Moro, 2003; Ortea, Caballer & Moro, 2004; Ortea, Caballer & Moro, 2005; Ortea *et al.*, 2005; Caballer, Ortea & Moro, 2006; Ortea, Moro & Bacallado, 2006; Ortea, Moro & Espinosa, 2007; Ortea, Moro & Bacallado, 2008; Ortea, Moro & Espinosa, 2009; Ortea *et al.*, 2009; Caballer, Ortea & Moro, 2009; Ortea & Moro, 2009; y Ortea, Moro & Martín, 2010), donde ya se ha superado las 270 especies.

La diversidad de las babosas marinas en Canarias

La variedad anatómo-morfológica de los opisthobranchios hace de este grupo uno de los más vistosos y sorprendentes que viven en los fondos marinos. Estructuras llamativas y órganos especializados pueden o no estar presentes, de acuerdo con sus estrategias básicas o modos de vida: bentónicos o planctónicos, con concha o desnudos, con mayor o menor tendencia a la simetría bilateral secundaria y amplia diversidad de tamaños, desde escasos milímetros hasta más de 25 cm. Siguiendo las clasificaciones tradicionales la subclase de los opisthobranchios se suele dividir en ocho o nueve órdenes diferentes:

Cefalaspídeos

Morfológicamente se trata del orden más diverso de todos los opisthobranchios. Muy entroncado con sus ancestros los prosobranchios, tiene dos peculiaridades que lo distingue: la presencia de un **escudo cefálico** (Fig. 12) bien desarrollado que utilizan para excavar y enterrarse en el lodo y la arena, y una **concha** relativamente bien desarrollada y vistosa en algunas familias (Acteonidae, Hydatinidae, Bullidae, etc.) (Fig. 13), mientras que en otras la concha se ha hecho interna, reduciéndose considerablemente (Aglajidae, Philinidae, etc.) (Fig. 14) o desapareciendo casi por completo (Runcinidae) (Fig. 15).



Fig. 12. Detalle del escudo cefálico de *Hydatina physis* que es utilizado para excavar y enterrarse en el sedimento.

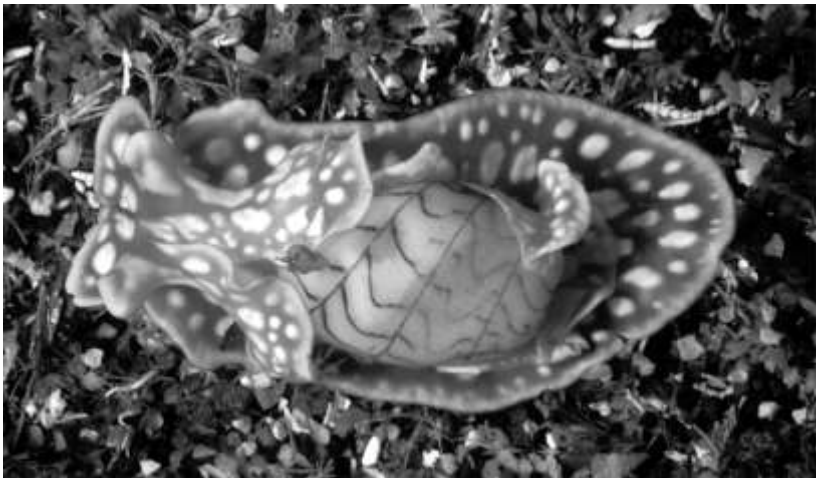


Fig. 13. *Micromelo undata* exhibe una concha bien desarrollada y bastante llamativa.



Fig. 14. En *Philine aperta* la concha es interna y de dimensiones muy reducidas.



Fig. 15. En *Runcina africana* sólo es posible observar un pequeño vestigio de concha. Recientemente, los taxónomos han establecido un nuevo orden (Runcinoidea) para la familia Runcinidae.

Los miembros más primitivos del grupo no se han adaptado totalmente a la vida excavadora, persistiendo en algunos casos el **opérculo** (disco corneo que se desarrolla en la superficie de la zona posterior del pié y cuya función es servir de ‘tapa’ de la concha) en los adultos. Sin embargo, la mayor parte de las especies tienen un modo de vida ligado a sustratos blandos, alimentándose de la infauna (anélidos poliquetos, moluscos bivalvos, etc.) o de presas que encuentran en la superficie y entre las algas. Para ello cuentan con una serie de estructuras sensoriales bien desarrolladas: órganos quimiotáctiles, ojos, cilios sensoriales, etc. Entre estas estructuras destaca el **órgano de Hancock**, cuya función es equivalente a la de los rinóforos presentes en los otros grupos de opistobranquios (Fig. 16).

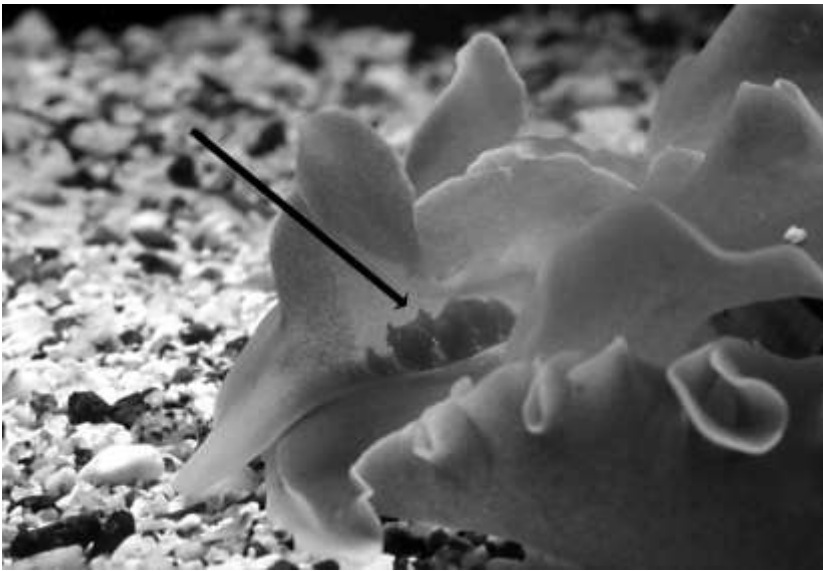


Fig. 16. Detalle del órgano de Hancock de *Hydatina physis*, cuya función es olfativa como la de los rinóforos.

Es un grupo conocido desde la antigüedad por parte de los malacólogos, ya que la concha persiste en el sustrato después de la muerte del ejemplar (Fig. 17). Sin embargo, hasta épocas recientes, las descripciones se basaban principalmente en la concha, puesto que los animales vivos eran observados en contadas ocasiones. El uso de la escafandra autónoma ha supuesto un salto cualitativo a la hora de facilitar la investigación en el fondo marino, con lo cual se pudieron llevar a cabo numerosas observaciones ecológicas *in situ*.

Llegado el momento de la reproducción algunos cefalaspídeos se reúnen en ‘masas’ de cientos de individuos (*Runcina spp.*) (Fig. 18), otros se aparean formando cadenas que cuentan desde dos o tres, hasta decenas

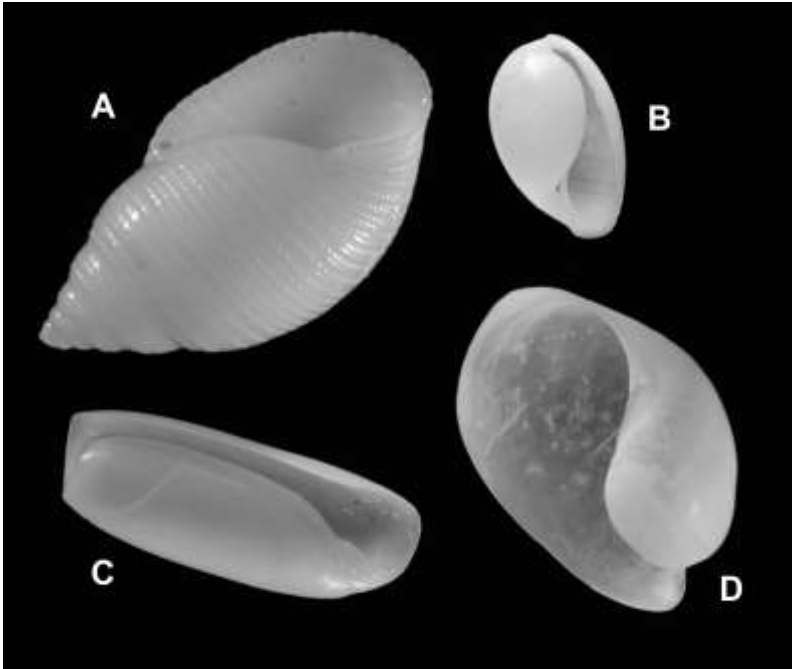


Fig. 17. Restos de conchas de cefalópodos: A) *Acteon pusillus*; B) *Roxania utriculus*; C) *Cylichna cylindracea*; D) *Haminoea ortei*.



Fig. 18. Congregación de centenares de individuos de *Runcina africana* para la reproducción.



Fig. 19. *Chelidonura africana* con su puesta constituida por un cordón mucoso arrollado en forma de ovillo que contiene cientos huevos diminutos.



Fig. 20. La puesta de *Haminoea ortei* consiste en una cinta mucosa dispuesta en espiral.

de individuos (*Aglaja tricolorata*). En muy poco tiempo realizan la puesta, que en ocasiones es comunitaria, aportando cada individuo escasamente una docena de huevos relativamente grandes (*Runcina hidalgoensis*). Otras especies hacen puestas individuales que pueden consistir en una suerte de cordón mucoso arrollado a modo de ovillo, en el que se encuentran inmersos cientos de pequeños huevos (*Aglaja*, *Chelidonura*, *Melanochlamys*, etc.) (Fig. 19), o una cinta mucosa dispuesta en espiral (*Hydatina*, *Haminoea*, etc.) (Fig. 20).

Los hábitos alimentarios también son muy dispares, existiendo especies que se alimentan de la materia orgánica de los sedimentos (*Pseudoacteon*), de vegetales, como algas y hierbas marinas (*Haminoea*, *Bulla*, etc.), pequeños invertebrados (*Hydatina*, *Philine*, *Micromelo*, etc.) e incluso de otras especies de opistobranquios (*Aglaja*, *Chelidonura*, *Odontogljaja*, *Philinopsis*, etc.) (Fig. 21).

En general se considera a este orden como el grupo menos especializado de los opistobranquios. Su dieta no suele estar ligada a una especie determinada y en su mayoría utilizan los rudimentarios métodos de defensa de sus ancestros los prosobranquios, como son la protección de la concha y el pasar desapercibidos (hábitos escavadores, actividad nocturna, colores apagados, etc.) (Fig. 22).



Fig. 21. *Odontogljaja sabadiega* tiene 'dientes', una excepción a la norma de su familia.

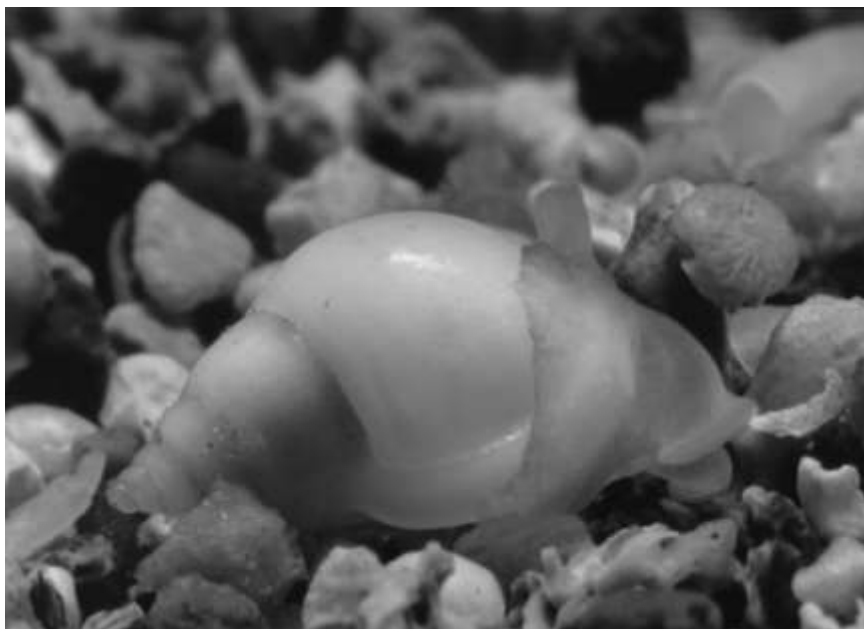


Fig. 22. *Ringicula conformis* pasa desapercibido por sus hábitos excavadores y ausencia de colores llamativos.



Fig. 23. *Hedylopsis suecica* es el único acocliidiáceo que hasta ahora ha sido identificado en las aguas de Canarias.

Acocliidiáceos

Son muy pequeños y viven entre los huecos (intersticios) de los granos de arena y de grava. Debido a sus hábitos de vida y su tamaño son poco conocidos y hasta el momento sólo se ha observado una especie en Canarias (Fig. 23).

Gimnosomados y tecosomados

Son parte del zooplancton y se caracterizan por tener el pie transformado en 'alas' para nadar, por lo que se les conoce por pterópodos. Se dividen en dos grandes grupos: los que tienen el cuerpo desnudo (Orden Gymnosomata) y los que tienen concha (Orden Thecosomata) (Fig. 24).



Fig. 24. *Creseis acicula* es un pterópodo planctónico con una concha externa ligeramente calcificada.

Notaspídeos

Todos los miembros de este orden presentan una branquia bien desarrollada en el costado derecho del cuerpo (Fig. 25), por lo que en ocasiones se denominan babosas de branquias laterales. En los más primitivos la concha es externa, con forma de sombrero chino (pateliforme)



Fig. 25. Detalle de la branquia lateral de *Berthella ocellata* que es característica de los notaspídeos.



Fig. 26. *Umbraculum umbraculum* es un notaspídeo que tiene una concha similar a la de las lapas.

que puede estar más o menos calcificada (*Umbraculum umbraculum*) (Fig. 26); en otras especies la concha es interna y frágil (*Berthella* spp. y *Pleurobranchus* spp.) (Fig. 27) o incluso puede estar ausente, como en *Pleurobranchaea meckelii* (Fig. 28).

Los notaspídeos poseen un amplio manto del que sobresalen anteriormente un par de rinóforos enrollados, similares a los que presentan los sacoglosos. Se desplazan sobre el sustrato con un pié musculoso que en ocasiones pueden utilizar para nadar. Son voraces predadores de esponjas y ascidias, aunque algunos son cazadores oportunistas que incluso llegan a practicar el canibalismo. Los notaspídeos desarrollan diversas estrategias defensivas como copiar el color exacto del organismo del que se alimentan (homocromía alimentaria), como sucede en *Tylodina perversa* (Fig. 29), contar con concha protectora y mediante el crípticismo; incluso algunos especies son capaces de secretar ácido sulfúrico cuando son atacados.



Fig. 27. *Berthella stellata* es un notaspídeo que se caracteriza por presentar una concha interna y frágil.

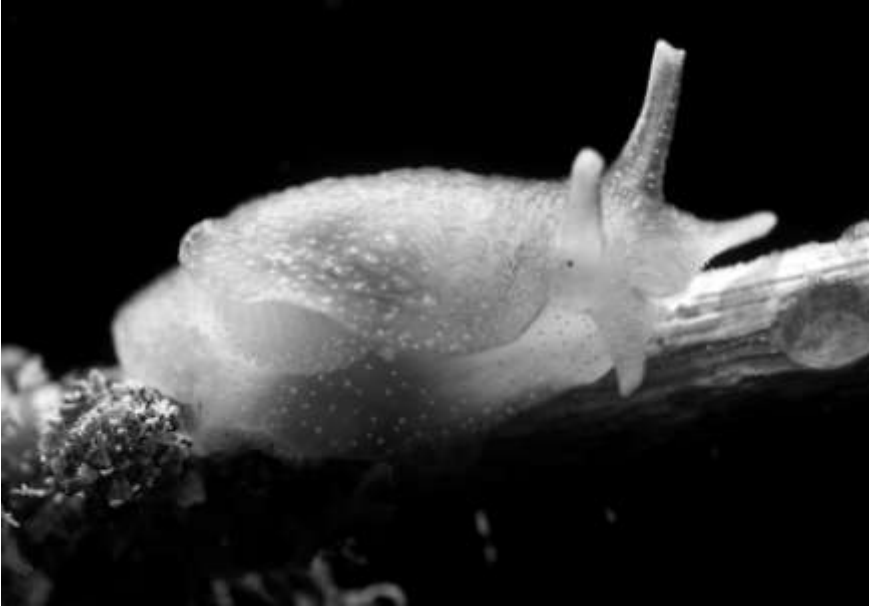


Fig. 28. El notaspídeo *Pleurobranchaea meckelii* carece de concha.



Fig. 29. El notaspídeo *Tylodina perversa* tiene el mismo color amarillo que la esponja de la que se alimenta.

Anaspídeos

Aunque se trata de un orden poco diversificado, es muy popular por contar entre sus integrantes con las llamadas liebres marinas o conejos chenchos (*Aplysia* spp.) (Fig. 30). Caracterizados por carecer de escudo cefálico, los anaspídeos están dotados de dos grandes rinóforos arrollados que recuerdan las orejas de un conejo. Como en la mayoría de los órdenes de opistobranquios se puede observar una reducción gradual de la concha, existiendo especies tales como *Akera silbo* (Fig. 31), que aunque la tienen externa y bien desarrollada, no les permite retraerse totalmente en su interior; otras poseen una concha interna y muy reducida (*Aplysia*, *Dolabrifera*, etc.) (Fig. 32).

Entre los anaspídeos se incluyen los opistobranquios de mayor tamaño, como es el caso de *Aplysia fasciata*, una liebre marina común en las islas Canarias que puede superar los 40 cm de longitud. Los componentes de este orden están dotados de un gran pié que utilizan para deslizarse sobre el sustrato, aunque en ocasiones pueden utilizar los **parapodios** para nadar (*Akera bullata*, *Aplysia fasciata*, *Aplysia juliana*, etc.); en otras especies (*Notarchus punctatus*) (Fig. 33) los parapodios se sueldan formando una cámara globosa por la que expelen agua a presión, propulsándose a reacción al igual que pulpos y calamares.



Fig. 30. El conejo-chencho, *Aplysia dactylomela*, secreta tinta púrpura cuando se siente amenazado.

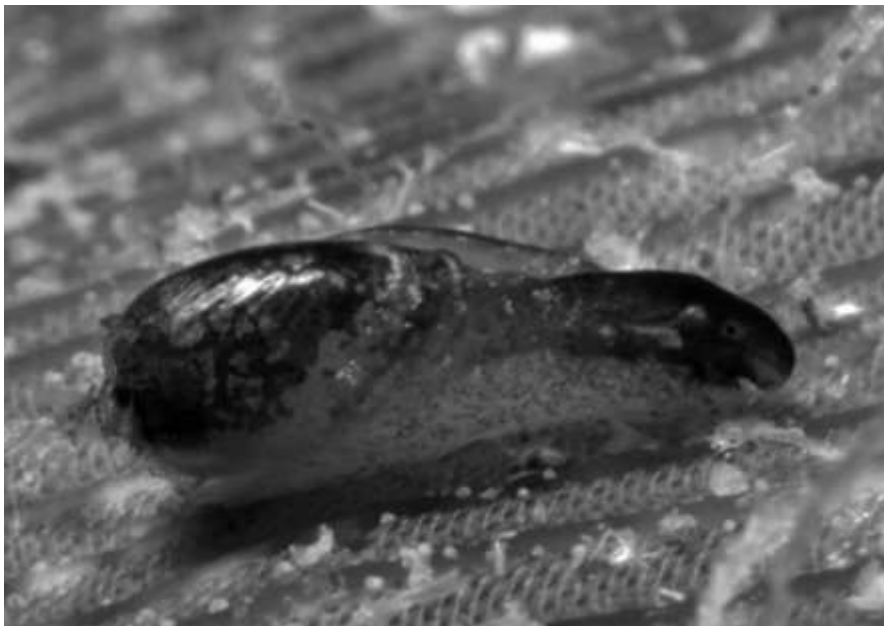


Fig. 31. *Akera silbo* posee una concha externa bien desarrollada, pero sus dimensiones no le permiten retraerse totalmente en su interior.



Fig. 32. *Dolabrifera dolabrifera* es una anaspídeo muy frecuente en Canarias.

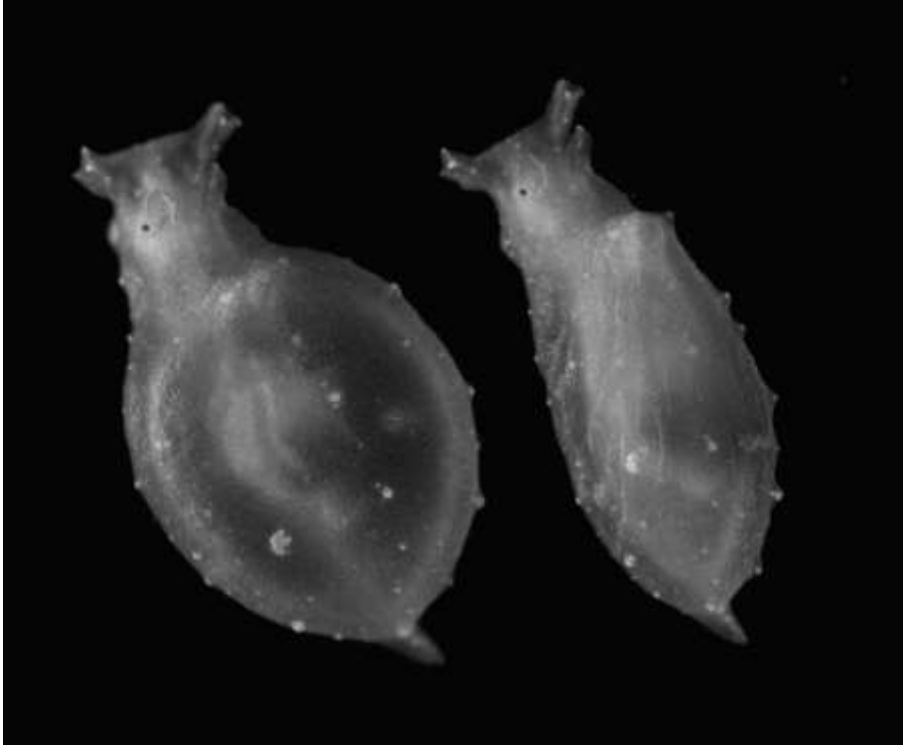


Fig. 33. Aspecto de *Notarchus punctatus* antes y después de expulsar el agua para huir.

Los anaspídeos son moluscos herbívoros y extraen de las algas de las que se alimentan sustancias que utilizarán en su propia defensa. Algunas especies secretan, a través de una glándula situada en el manto, un intenso tinte violeta cuando son molestadas. En la actualidad las liebres marinas son cultivadas en viveros con fines científicos (investigación del sistema nervioso, obtención de metabolitos, etc.).

Durante la cópula suelen reunirse varios ejemplares, pudiendo realizar puestas conjuntas o individuales.

Sacoglosos

Pequeños y crípticos, los sacoglosos presentan una gran diversidad morfológica que puede resumirse en tres patrones generales de diseño: a) cuerpo con aspecto de babosa dotado de una concha que puede ser consistente, externa y globosa (*Ascobulla fragilis*) (Fig. 34), frágil y

parcialmente interna (*Oxynoe bechijigua* y *Lobiger serradifalci*) (Fig. 35) o incluso bivalva en algunas especies tropicales (*Berthelinia caribbea*); b) cuerpo recubierto de ceratas que pueden ser cilíndricas (*Stiliger llerai*, *Placida verticillata*, etc.) (Fig. 36) o comprimidas (*Polybranchia viridis* y *Caliphylla mediterranea*) (Fig. 37); y c) cuerpo plano semejante a una hoja (*Elysia* spp., *Bosellia leve*, *Thuridilla picta*) (Fig. 38).

Se desplazan generalmente con el pié sobre las algas y fanerógamas marinas, aunque algunos se han adaptado a excavar, como *Ascobulla fragilis*, que progresa en el interior de los sustratos arenofangosos en busca de estolones de algas del género *Caulerpa*. Sólo algunos son capaces de nadar.

Los miembros de este orden son estrictamente herbívoros (exceptuando unos pocos que predan sobre los huevos de otros moluscos), alimentándose principalmente de algas. Para ello utilizan los afilados dientes de la rádula, con los que cortan las células vegetales para luego absorber su contenido. Esta especialización en la dieta ha permitido la evolución de dos singulares estrategias de vida directamente relacionadas con el alimento: el uso de **cleptoplastos** o cloroplastos robados, y la utilización de tóxicos derivados de la dieta.

El contenido celular absorbido durante la alimentación contiene entre otros orgánulos a los **cloroplastos**, que son las estructuras encargadas en los vegetales de sintetizar materia orgánica a partir de CO₂, agua y energía solar, mediante una serie de reacciones metabólicas conocidas como fotosíntesis. Una vez ingeridos estos orgánulos se acumulan en los tejidos de los Sacoglosos, para posteriormente ser utilizados como estructuras fotosintetizadoras propias, que les permiten subsistir durante varios meses sin consumir ningún nutriente adicional.

La gran especialización alimentaria ha desembocado en una estrecha relación entre el alga y su consumidor, de forma que generalmente cada sacogloso se alimenta exclusivamente de unas especies determinadas. Un ejemplo son aquellas que comen únicamente algas verdes del género *Caulerpa*, las cuales son consumidas por pocos animales puesto que contienen una sustancia muy tóxica, la **caulerpina**. Sin embargo, estas especies no sólo han evolucionado hasta ser inmunes a la toxina, sino que además han conseguido utilizarla en su propia defensa, acumulándola en los tejidos e incluso secretándola cuando son atacados (Fig. 39).

Los miembros de este orden también llevan a cabo otras estrategias más extendidas entre el resto de los opistobranquios: la **homocromía alimentaria** (Fig. 40), consistente en ser del mismo color que tiene el alimento, así como la **autotomía** o amputación voluntaria de determinadas partes del cuerpo para distraer a los predadores.



Fig. 34. *Ascobulla fragilis* vive entre los rizomas de algas del género *Caulerpa* de las que se alimenta.

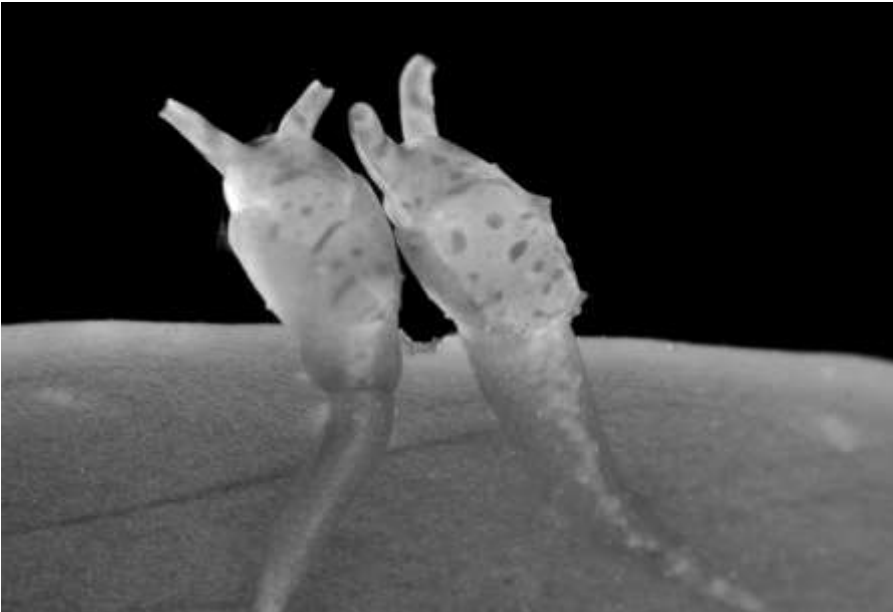


Fig. 35. La delgada y transparente concha de *Oxynoe benchijigua* permite ver las manchas azules del cuerpo.

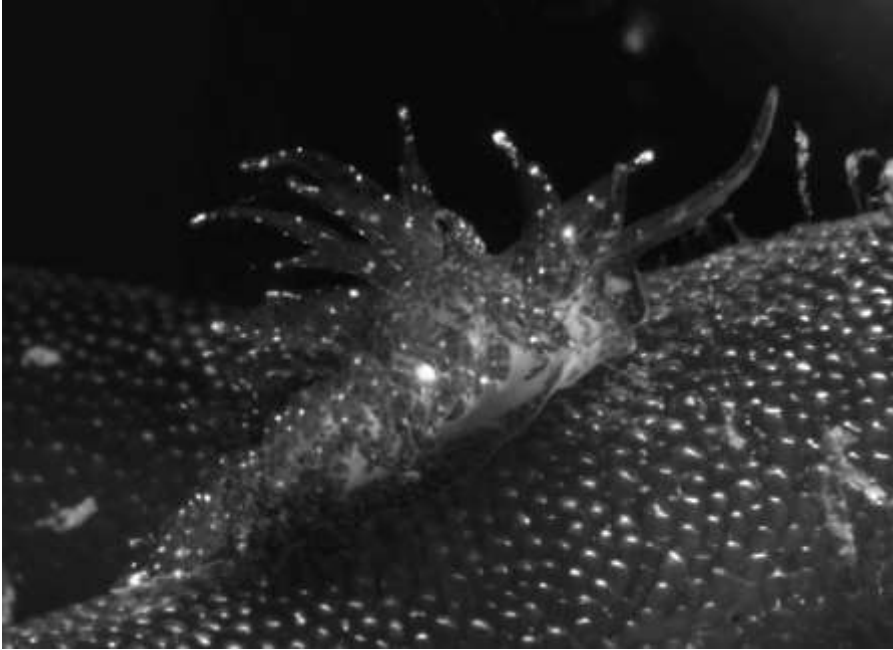


Fig. 36. El sacogloso *Placida verticillata* se alimenta de algas verdes del género *Codium*.



Fig. 37. *Polybranchia borgnini* es capaz de autotomizar los ceratas que recubren su cuerpo como estrategia defensiva.



Fig. 38. *Bosellia leve* con su puesta realizada sobre la superficie del alga verde *Halimeda discoidea* de la que se alimenta.



Fig. 39. Detalle de *Ascobulla fragilis* excretando la toxina caulerpina, que obtiene de las algas de que se alimenta (*Caulerpa* spp.).



Fig. 40. *Elysia manriquei* se asemeja al alga verde *Caulerpa webbiana* de la que se alimenta.

Nudibranquios

Conocidos como babosas marinas, todos los nudibranquios carecen de concha durante su vida adulta. Son sin duda el grupo más sorprendente y popular de todos los opistobranquios. Agrupa especies con estrategias de vida absolutamente dispares y asombrosas, pero el principal motivo que centra tanta admiración sobre ellos es la inagotable variedad de formas y colores que exhiben (Fig. 41). Aunque inicialmente esto pueda parecer el fruto de una extravagancia evolutiva, no es así en absoluto, es el resultado mostrado por una estirpe de moluscos que a lo largo de su historia reemplazó la protección que aportaba la concha por otros sistemas de defensa: el cripticismo (*Aegires sublaevis*), (Fig. 42) la guerra química (*Hypselodoris picta*) (Fig. 43), el robo de defensas ajenas (*Spurilla neapolitana*) (Fig. 44), etc.

En la mayoría de los **doridáceos** (Fig. 45) las branquias, de origen secundario, suelen encontrarse situadas en círculo alrededor de la papila anal, en la parte posterior del cuerpo; sin embargo, los **aeolidáceos** (Fig. 46) y **dendronotáceos** (Fig. 47) carecen de ellas, adquiriendo la función respiratoria otras estructuras denominadas ceratas.

De forma similar a los sacoglosos, algunos nudibranquios son capaces de incorporar a sus tejidos las zooxantelas (algas unicelulares) que viven en simbiosis en el interior de las presas. Este comportamiento ha sido comprobado en **dendronotáceos** (*Doto*) y **aeolidáceos** (*Spurilla*, *Aeolidiella* y *Berghia*).

Las principales presas de los nudibranquios son esponjas, cnidarios, moluscos opistobranquios, briozoos y ascidias; en menor medida los hay que se alimentan de las presas de otros moluscos (Fig. 48), de pequeños anélidos e incluso los hay filtradores.

La alta especialización de este grupo condiciona la existencia de poblaciones con pocos individuos, por lo que generalmente hay pocas posibilidades de aparearse. La condición de **hermafrodita** (Fig. 49), portar órganos sexuales femeninos y masculinos simultáneamente, asegura a cada individuo una unión provechosa en cada encuentro. El ciclo de vida completo dura un año, y únicamente durante la época de apareamiento es posible observar concentraciones de individuos de una misma especie. Tanto en la búsqueda de pareja como de alimento, los **rinóforos** (Fig. 50) juegan un papel fundamental como órgano quimiotáctil.

En ocasiones resulta complicado afirmar si los nudibranquios presentan coloraciones crípticas o no, puesto que aparentan ser llamativas en unas condiciones y pasar desapercibidas en otras. Aunque no lo parezca, muchas babosas marinas de esplendorosos colores se camuflan en su ambiente (*Aldisa smaragdina*) (Fig. 51), ya que pueden vivir asociadas a organismos de similar colorido, o puede que a cierta profundidad, sobre todo aquellas que presentan tonos rojos, se tornen en colores ocreos o parduscos. Curiosamente, la pigmentación rojiza es sencilla de conseguir mediante la ingestión de **carotenoides** (pigmento muy común entre los organismos marinos), mientras que los tonos negros o los marrones han de ser sintetizados completamente de nuevo.

Muchas babosas marinas han optado por ser **aposemáticas** (*Hypselodoris*, *Chromodoris*, *Polycera*, etc.) (Fig. 52), es decir, que exhiben llamativos coloridos que advierten de su toxicidad. El hecho de presentar este tipo de coloraciones favorece que algunos predadores reconozcan con mayor facilidad las especies tóxicas.

Es frecuente que distintas especies aposemáticas desarrollen patrones de color similares; esto se conoce como **mimetismo mülleriano**. En otras ocasiones son las especies inofensivas las que intentan imitar a las tóxicas, en este caso se trata de **mimetismo batesiano**. Ambos tipos de mimetismo pueden darse también entre los Nudibranquios y otros grupos animales (platelmintos, anélidos, etc.) (Fig. 53).

Generalmente los compuestos tóxicos son adquiridos a través de la dieta y provienen del metabolismo secundario de sus presas, pero en algunos casos son modificados e incluso sintetizados por el propio molusco.

El interés que reportan los complejos bioactivos de los moluscos son motivo de estudio en numerosos centros de investigación farmacológica, ya que entre otros se han encontrado sustancias con acciones **citolíticas**, **antineoplásicas** y **antibacterianas**.

Sin duda alguna, el caso más sorprendente es el de los **aeolidáceos** (Fig. 54), que se alimentan generalmente de cnidarios (anémonas, corales, medusas, etc.) dotados de células urticantes (**cnidocitos**), que tienen en su interior un diminuto arpón ponzoñoso el cual es disparado al menor roce. Sin embargo, muchos aeólidos (*Spurilla*, *Facelina*, *Glaucus*, etc.) son capaces de ingerirlos sin que se disparen y transportarlos a través del tracto digestivo hasta un órgano situado en la punta de los **ceratas**, el **cnidosaco** (Fig. 55).

Cuando se ven atacados yerguen los ceratas mostrando los cnidosacos cargados con los cnidocitos sustraídos a sus presas (cnidocitos cleptócnidos), listos para usarlos en defensa propia (Fig. 56). Una de las especies que usa esta estrategia es *Glaucus atlanticus* (Fig. 57); este aeólido vive a la deriva, ‘colgando’ de la superficie del agua, en busca de sus presas, la **fragata portuguesa** (*Physalia physalis*) y los **carajos a la vela** (*Velella velella* y *Porpita porpita*); cuando los vientos los arrastran hasta la orilla es frecuente que ocasionen heridas entre los bañistas que se sienten tentados de cogerlos dado su delicado aspecto.

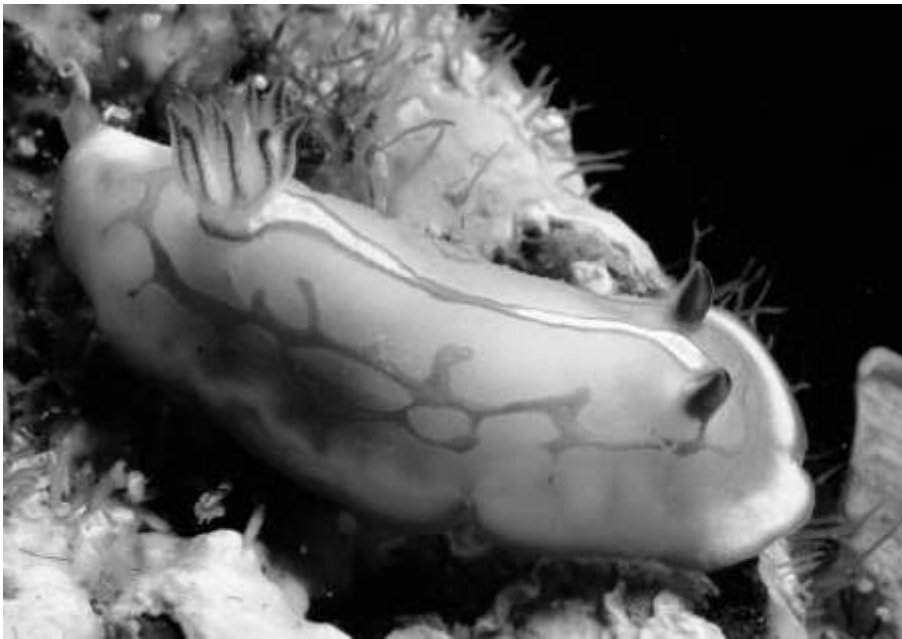


Fig. 41. *Chromodoris britoi*, un nudibranquio de vivos colores.

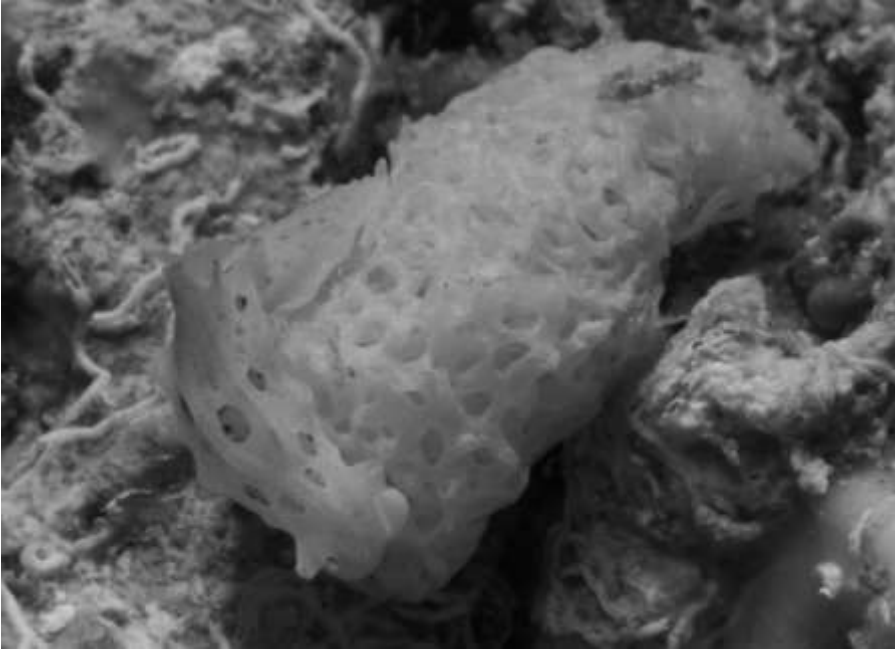


Fig. 42. *Aegires sublaevis* se camufla sobre la esponja (*Clathrina clathrus*) de la que se alimenta.



Fig. 43. *Hypselodoris picta webbi* puede desprender longifolina, un metabolito tóxico y repelente que obtiene al alimentarse de la esponja *Dysidea*.

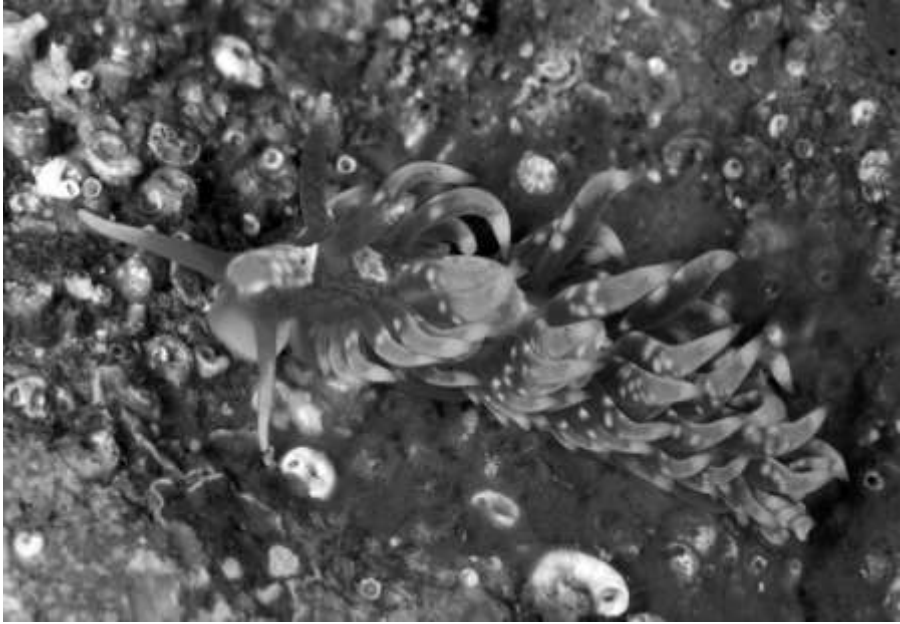


Fig. 44. *Spurilla neapolitana* se alimenta de anémonas a las que roba las células urticantes para emplearlas en su propia defensa.



Fig. 45. El dórido amarillo *Gargamella perezii* mostrando las branquias extendidas.



Fig. 46. *Flabellina affinis* es un aeolidáceo muy frecuente en Canarias que se alimenta de cnidarios del género *Eudendrium*.

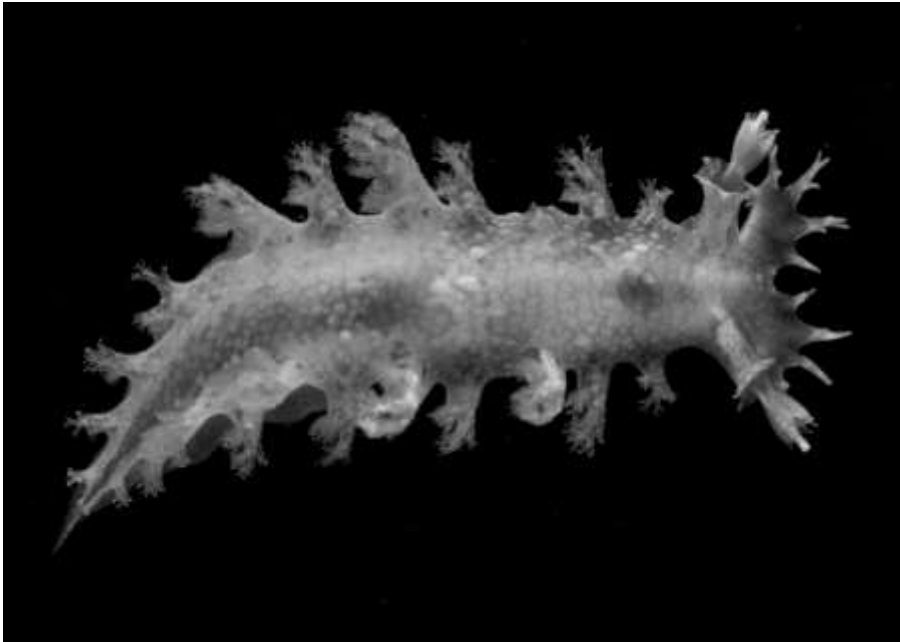


Fig. 47. *Marionia blainvillea* es un dendronotáceo comedor de octocorales.

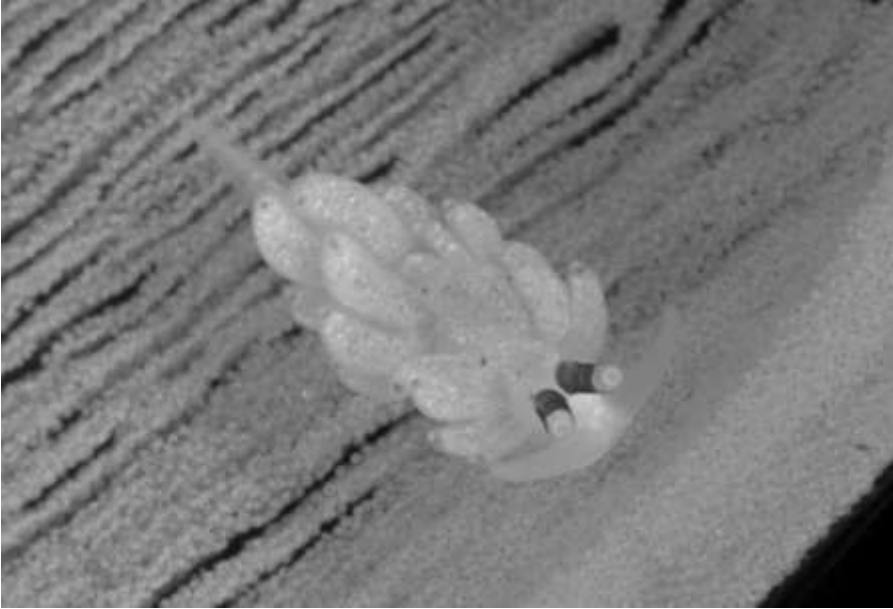


Fig. 48. *Favorinus branchiales* alimentándose de una puesta del notaspídeo *Pleurobranchus testudinarius*.

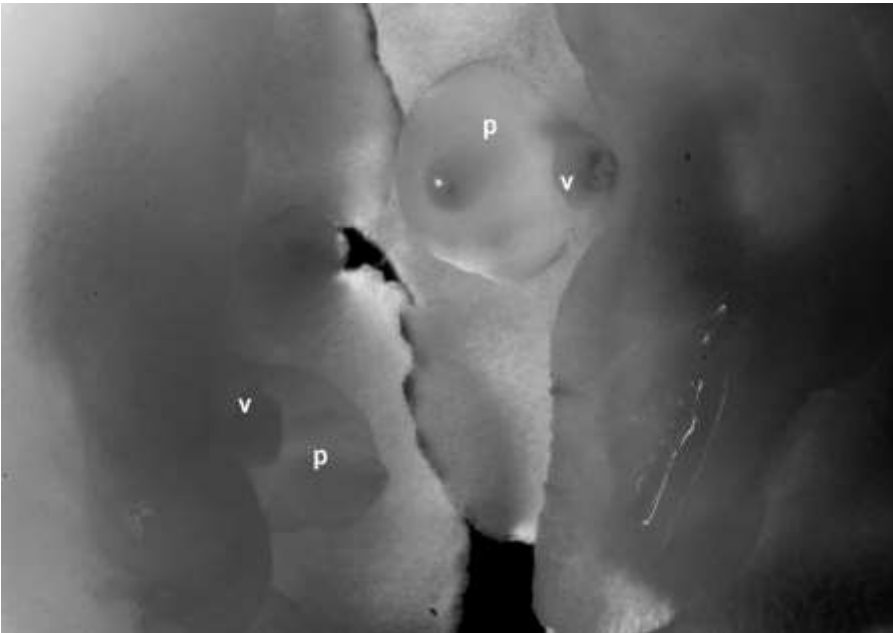


Fig. 49. Vaginas (v) y penes (p) parcialmente evaginados de una pareja del dórdo *Gargamella perezii*.

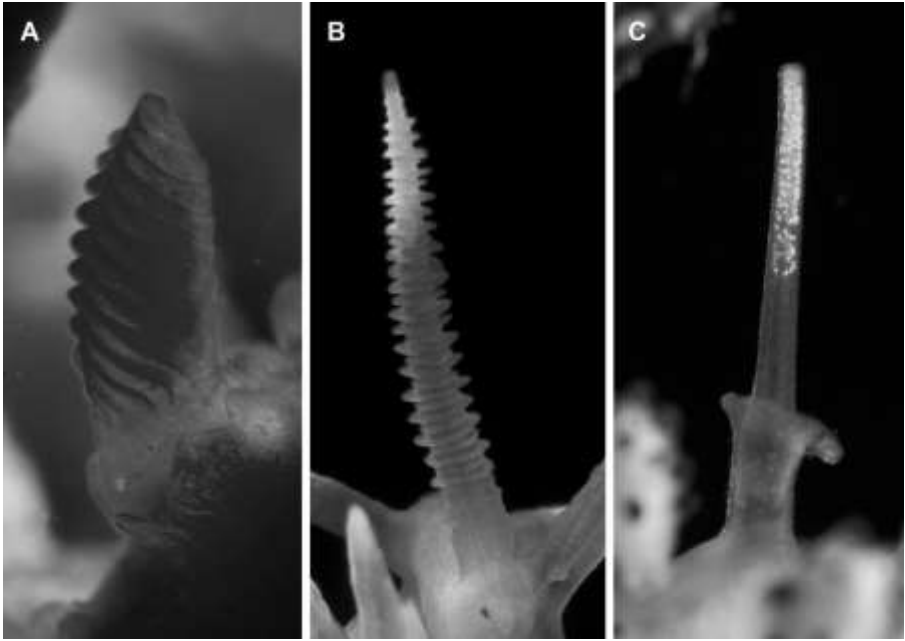


Fig. 50. Diferentes tipos de rinóforos: A) *Aldisa smaragdina*, B) *Flabellina affinis*, C) *Doto furva*.

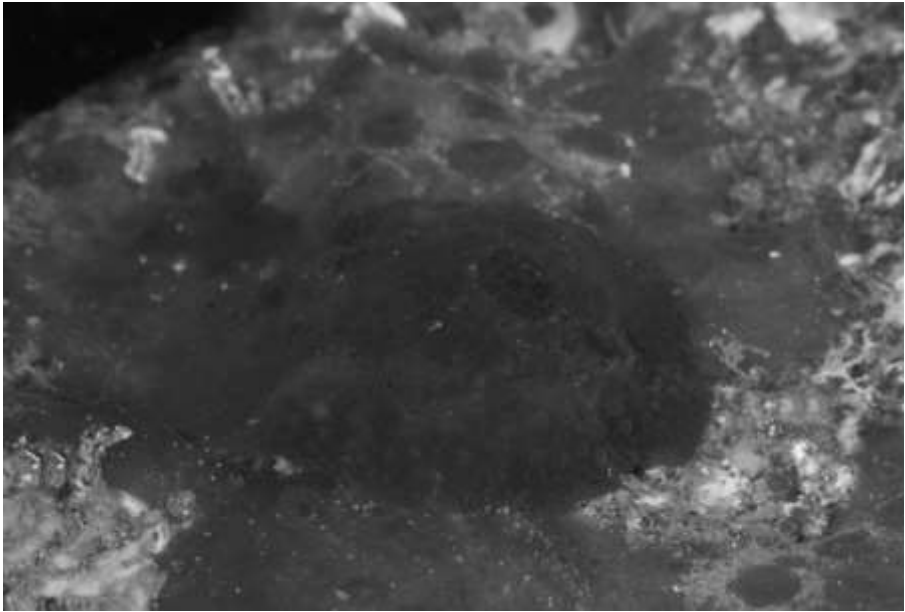


Fig. 51. El dórido *Aldisa smaragdina* pasa desapercibido sobre una esponja de color rojo.



Fig. 52. El nudibranquio *Tambja ceutae* presume de su toxicidad con vivos colores, ya que es capaz de secretar tambjamina, un compuesto con actividad citotóxica y antimicrobiana.

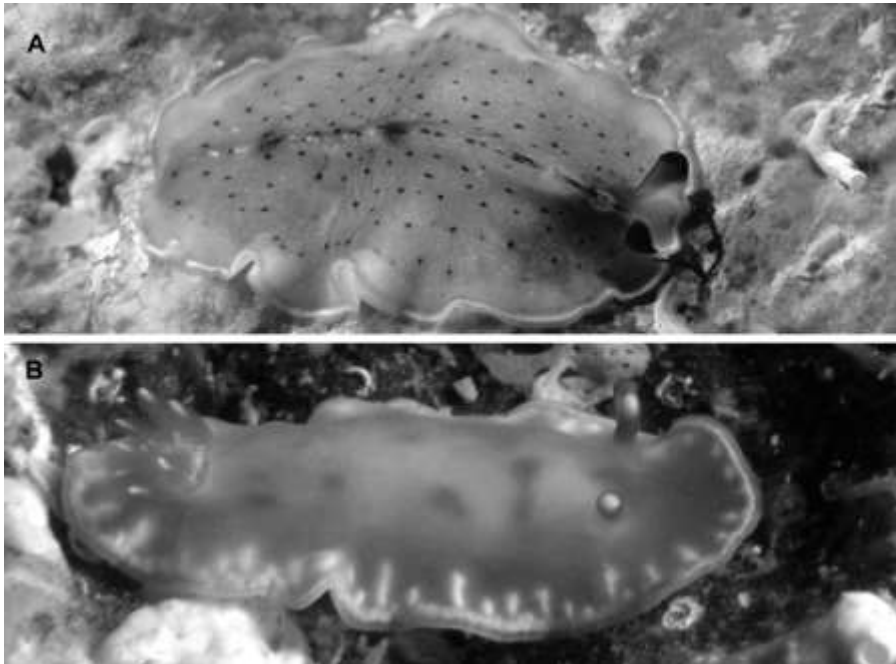


Fig. 53. Ejemplos de mimetismo: A) platelminto; B) nudibranquio

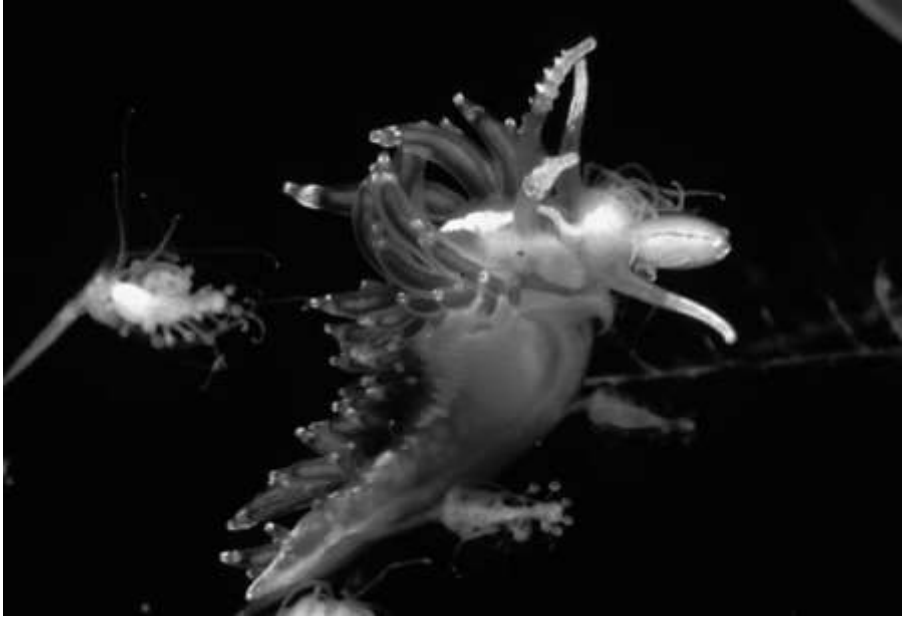


Fig. 54. *Learchis poica* predando sobre un pólipo del hidroideo *Halocordyle disticha*.

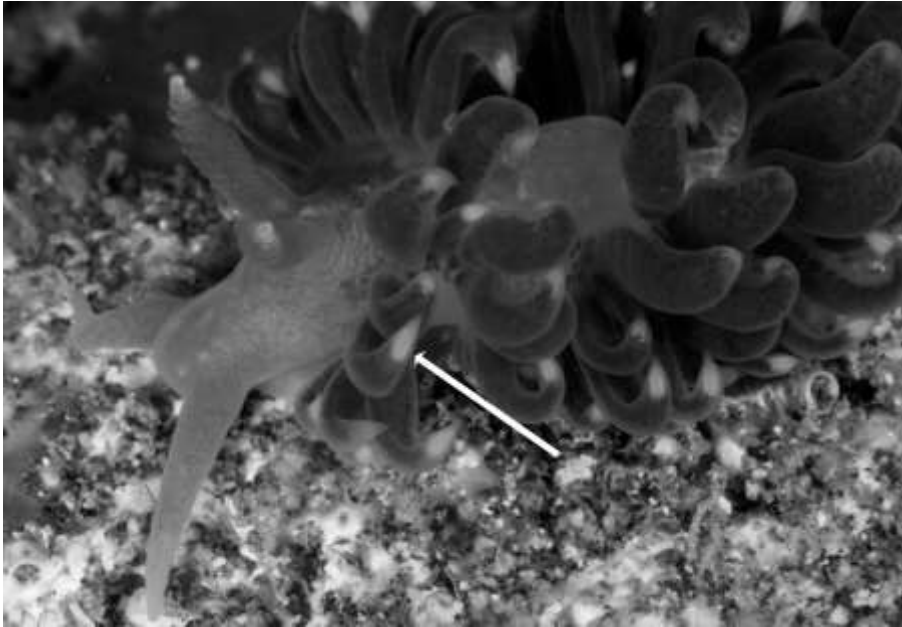


Fig. 55. Al igual que otros aeólidos, *Spurilla neapolitana* tiene en los extremos de los ceratas el cnidosaco.

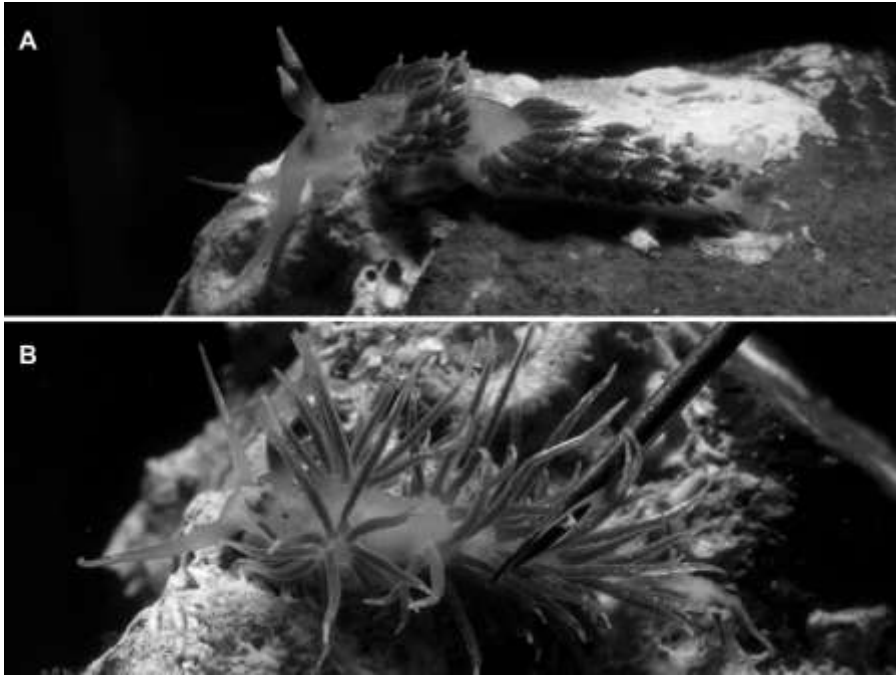


Fig. 56. Aspecto de *Facelina annulicornis* en reposo (A) y en actitud defensiva (B).

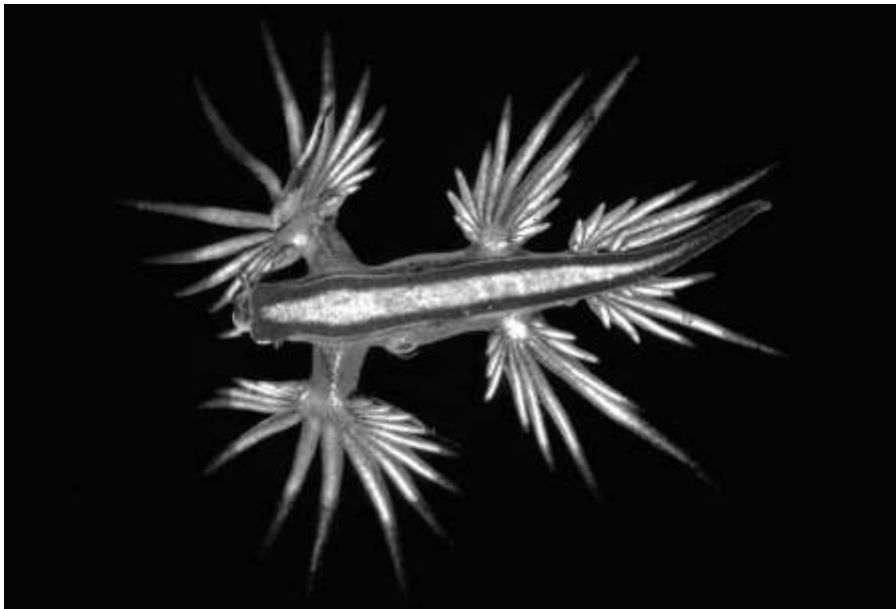


Fig. 57. *Glaucus atlanticus* se deja llevar por las corrientes marinas en busca de presas.

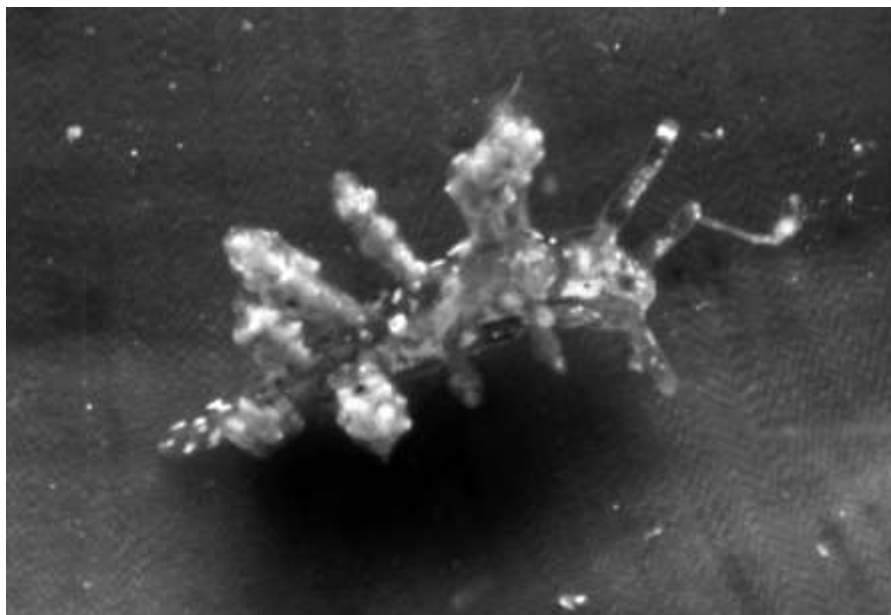


Fig. 58. El aeolidáceo *Eubranchus telesfori* fue descrito a partir de ejemplares capturados en el litoral de Montaña Roja (Tenerife) en 2002, y se nombró en honor del Dr. Telesforo Bravo, eminente geólogo y naturalista tinerfeño de imborrable recuerdo.

Bibliografía

- BERGH, L.S.R. (1892). *Opisthobranches provenant des campagnes du yacht l'Hirondelle. Resultats des Campagnes Scientifiques accomplies sur son yacht (Hirondelle) par Albert Ier prince souverain de Monaco*, No. 4, pp. 1-35, pls. 1-4.
- BOUCHET, P. (2006). The Magnitude of Marine Biodiversity. Chapter 2 in Duarte, C.M. (ed.). *The Exploration of Marine Biodiversity: scientific and technological challenges*. Fundación BBVA, Bilbao, pp. 33-64.
- CABALLER, M., L. MORO & J. ORTEA (2001). Nota sobre *Tambja ceutae* García Gómez y Ortea, 1988 (Mollusca: Opisthobranchia) en las islas Canarias y Madeira. *Vieraea* 29: 131-134.
- CABALLER, M., J. ORTEA & L. MORO (2006). Redescipción y reubicación genérica de *Hermaea dakariensis* Pruvot-Fol, 1953 (Mollusca: Sacoglossa) a partir de ejemplares de las islas Canarias. *Vieraea* 34: 59-63.
- CABALLER, M., J. ORTEA, & L. MORO (2009). Descripción de una nueva especie de *Stiliger* Ehremsberg, 1831 (Mollusca: Sacoglossa) de las islas Canarias. *Vieraea* 37: 85-90.

- CHUN, C. (1889). Bericht über eine nach den Kanarischen Inseln im Winter 1887, 1888 ausgeführte Reise. *Math. Naturw. Sitzungsber. Preussischer Akad. Wiss.* 6: 329-363.
- CERVERA, J.L., J. TEMPLADO, J.C. GARCÍA GÓMEZ, M. BALLESTEROS, J.A. ORTEA, F.J. GARCÍA, J.D. ROS & A.A. LUQUE (1988). Catálogo actualizado y comentado de los Opisthobranchios (Mollusca: Gastropoda) de la Península Ibérica, Baleares y Canarias, con algunas referencias a Ceuta y la isla de Alborán. *Iberus*, supl. 1: 1-84 + 5 pls.
- D'ORBIGNY, A. (1839). Mollusques, in Webb-Berthelot. *Histoire naturelle des îles Canaries*, T. II: 75-114.
- DUFFUS, J. & C.S. JOHNSTON (1969). Marine Mollusca from the Canary Island of Lanzarote. *Journal of Conchology* 27(1): 27-43.
- EALLES, N.B. (1957). Revision of the species of *Aplysia* of the Muséum National d'Histoire Naturelle (Malacologia), Paris. *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat.* 2e sér. 29 (3): 246-255.
- GEERTS, CH. (1969). Racoltes Malacologiques a Arrecife de Lanzarote. *Bull. Mens. Ass. Bel. Malac. Conchil. Paleont.* pp. 8-10 y pp. 7-11.
- HERNÁNDEZ, M.P., E. FERRANDIS & F. LOZANO-SOLDEVILLA (1993). Pteropoda Thecosomata and Heteropoda (Mollusca, Gastropoda) in Canary Islands waters. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 9(2): 263-283.
- MAC ANDREW, R. (1852). Note on the molluscs observed during a short visit to the Canary and Madeira Islands. *Ann. and Mag. of Nat. Hist.* Ser. 2(10): 8 pp.
- MORO, L., J.L. MARTÍN, M.J. GARRIDO & I. IZQUIERDO (eds.) 2003. *Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales) 2003*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. 248 pp.
- MORO, L., J.A. ORTEA, J.J. BACALLADO, A. VALDÉS & J.M. PÉREZ-SÁNCHEZ (1995). Nuevos Aeolidáceos (Gastropoda: Nudibranchia) para la fauna de Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 7(2, 3 y 4): 63-75.
- NORDSIECK, F. 1972. *Die euroäischen Meeresschnecken (Opisthobranchia mit Pyramidellidae, Rissoacea)*. Gustav Fischer, Stuttgart. 327 pp.
- ODHNER, N. (1932). Beiträge zur Malakozoologie der Kanarischen Inseln. Lamellibranchien, Cephalopoden, Gastropoden. *Arkiv För. Zoologi*. Band 23 A. 14Z.
- ORTEA, J.A. (1981). Moluscos opisthobranchios de las Islas Canarias. Primera parte: Ascoglossos. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 6(327): 180-199.

- ORTEA, J.A. & J.J. BACALLADO (1981). Les Dorididae (Gastropoda) décrits des Canaries par Alcide D'Orbigny. *Bull. Mus. Natn. Hist. Nat.* 4° sér, 3 section A, n° 3: 767-776.
- ORTEA, J., J.J. BACALLADO & L. MORO (2003). Una nueva especie de *Melanochlamys* Cheesman, 1881 (Mollusca: Opisthobranchia: Cephalaspidea) de las islas Canarias, descrita en honor al Dr. Wolfredo Wildpret de la Torre. *Vieraea* 31: 303-307.
- ORTEA, J., M. CABALLER, L. MORO & J. J. BACALLADO (2002). Descripción de dos nuevas especies del género *Eubranchus* Forbes, 1858 (Mollusca: Nudibranchia) en la Macaronesia. *Avicennia* 15: 91-100.
- ORTEA, J., M. CABALLER & L. MORO (2005). Redescipción y nueva ubicación sistemática de *Cratena fructuosa* Bergh, 1892 (Mollusca: Nudibranchia) un nuevo aeolidáceo anfiatlántico asociado a los sargazos flotantes. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 15(3-4): 135-140.
- ORTEA, J., M. CABALLER & L. MORO (2002a). Primeros datos sobre un complejo de especies alrededor de *Cuthona willani* Cervera, García & López, 1992 (Mollusca: Nudibranchia) en la Macaronesia y Marruecos. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 13(4): 101-111.
- ORTEA, J., M. CABALLER & L. MORO (2002b). *Eubranchus leopoldoi* Caballer, Ortea & Moro, 2001 (Mollusca: Nudibranchia), un nuevo opistobranquos anfiatlántico. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 13(4): 113-116.
- ORTEA, J., M. CABALLER & L. MORO (2003). Cita de *Doto floridicola* Simrot, 1988 (Mollusca: Nudibranchia) en las islas Canarias con datos sobre la especie en distintos puntos del área de distribución. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 14(3-4): 181-188.
- ORTEA, J., M. CABALLER & L. MORO (2004). Dos aeolidáceos con ceratas rojos de la región Macaronésica y el mar Caribe (Mollusca: Nudibranchia). *Vieraea* 32: 83-96.
- ORTEA, J., M. CABALLER, L. MORO & J. ESPINOSA (2005). *Elysia papillosa* Verrill, 1901 y *Elysia patina* Marcus, 1980, (Mollusca: Sacoglossa: Elyssidae) dos nombres para cuatro especies. *Vieraea* 33: 495-514.
- ORTEA, J.A. & E. MARTÍNEZ (1991). El Orden Anaspidea (Mollusca: Opisthobranchia) en las Islas Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 3 (4): 87-107.
- ORTEA, J. & L. MORO (2009). Descripción de una nueva especie del género *Elysia* Risso, 1818 (Mollusca: Sacoglossa) recolectada en las islas Canarias, nombrada en honor de Cesar Manrique. *Vieraea* 37: 91-98.

- ORTEA, J., L. MORO & J.J. BACALLADO (2006). Ubicación de *Baptodoris perezii* Llera & Ortea, 1982 en el género *Gargamella* Bergh, 1894 (Mollusca: Nudibranchia). *Vieraea* 34: 55-58.
- ORTEA, J., L. MORO & J.J. BACALLADO (2008). Nuevas aportaciones a la fauna de Opisthobranchios (Mollusca: Gastropoda) de las islas Canarias. *Vieraea* 36: 129-138.
- ORTEA, J.A., L. MORO, J.J. BACALLADO & R. HERRERA (2001). Catálogo actualizado de los moluscos opisthobranchios de las islas Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 12(3-4): 101-104.
- ORTEA, J.A., L. MORO, J.J. BACALLADO, J.M. PÉREZ-SÁNCHEZ & Y. VALLÉS (1996). Nuevos datos sobre la fauna de Dóridos Fanerobranchios (Gastropoda: Nudibranchia) de las islas Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 8(2, 3 y 4): 125-138.
- ORTEA, J., L. MORO, J.J. BACALLADO, J.J. SÁNCHEZ, A. TELLE & R. HERRERO (2009). Nuevas aportaciones al inventario de las babosas marinas del archipiélago canario (Mollusca: Opisthobranchia y Sacoglossa). *Vieraea* 37: 105-117.
- ORTEA, J., L. MORO & M. CABALLER (2002). Redescipción de *Cuthona pallida* (Eliot, 1906) (Mollusca: Nudibranchia) un pequeño Aeolidáceo de las islas de Cabo Verde y Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 13(4): 123-132.
- ORTEA, J., L. MORO & M. CABALLER (2001). Descripción de los individuos jóvenes de *Kaloplocamus ramosus* (Cantraine, 1835) (Mollusca: Nudibranchia: Polyceratidae). *Vieraea* 29: 119-124.
- ORTEA, J., L. MORO, M. CABALLER & J.J. BACALLADO (2003). Resultados científicos del proyecto “Macaronesia 2000” Chinijo-2002: Moluscos opisthobranchios. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 14(3-4): 165-180.
- ORTEA, J., L. MORO & J. ESPINOSA (2003). *Chelidonura sabadiega* Ortea, Moro & Espinosa, 1996 (Opisthobranchia: Cephalaspidea) una segunda especie del género *Odontoglaia* Rudman, 1978. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 14(3-4): 189-192.
- ORTEA, J., L. MORO & J. ESPINOSA (2007). Descripción de dos nuevas especies de *Philinopsis* Pease, 1860 (Mollusca: Opisthobranchia: Cephalaspidea) de Cuba y Bahamas con comentarios sobre las especies atlánticas del género. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 17(3-4): 33-52.
- ORTEA, J., L. MORO & J. ESPINOSA (2009). El género *Okenia* Menke, 1830 (Mollusca: Nudibranchia) en las islas Canarias con notas sobre *Okenia zoobotryon* (Smallwood, 1910) una especie en controversia permanente. *Vieraea* 37: 75-83.

- ORTEA, J., L. MORO & J. MARTÍN (2010). Nota sobre tres moluscos recolectados en aguas profundas del archipiélago canario. *Vieraea* 38: 106-115.
- ORTEA, J.A., J.M. PEREZ-SANCHEZ & P. BOUCHET (1984) in J.J. Bacallado *et al. Estudio del Bentos Marino Canario*. Gobierno de Canarias. Consejería de Agricultura y Pesca. 484 pp. (Informe no publicado)
- PÉREZ-SÁNCHEZ, J.M., J.J. BACALLADO & J.A. ORTEA (1991). Doridáceos, Dendronotáceos y Aeolidáceos (Mollusca: Opisthobranchia) del archipiélago Canario. *Actas del V Simposium Ibérico de Estudio del Bentos Marino*. Tomo I: 199-254.

4. Reflexiones sobre la biodiversidad canaria en el año internacional de la biodiversidad

Wolfredo Wildpret de la Torre

*Profesor Emérito, Departamento de Biología Vegetal,
Universidad de La Laguna*

La importancia de la biodiversidad para el planeta es tan grande y está tan amenazada que Naciones Unidas ha querido que un año entero fuera dedicado a este tema. Si la crisis actual de la biodiversidad permanece en gran parte ignorada y los hábitats naturales continúan declinando, hoy se acepta que perderemos, al menos, la cuarta parte de las especies de la Tierra. Al reflexionar sobre las pérdidas en biodiversidad que están ocurriendo ahora, debemos recordar que en el pasado la vida se empobreció significativamente en cinco acontecimientos principales, y después la vida continuó. En un territorio como Canarias, que es un punto caliente de biodiversidad, las pérdidas serán importantísimas. Las causas principales que están provocando el actual retroceso de la biodiversidad son el deterioro y fragmentación de hábitats terrestres y marinos por crecimiento de la población, la introducción de especies invasoras, la explotación excesiva de especies, la contaminación del suelo, el agua y la atmósfera, la modificación del clima y la proliferación creciente de monocultivos. La biodiversidad es una cuestión de escalas, abarcando los genes, especies y ecosistemas. Analizaremos a esas tres escalas los datos de la biodiversidad de Canarias, un territorio en el que se han censado más de 20.000 especies (terrestres y marinas) y en el que casi un 40% de su superficie está ocupada por espacios naturales protegidos.

Para mí, venir al Puerto de la Cruz es venir a las raíces de mi familia. De manera que vengo aquí siempre que puedo, y con agrado. Como hoy, atendiendo a la invitación tan entrañable que Julio Afonso me hizo en

nombre del Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias. Antes que nada, me gustaría decir que Julio pertenece a esta saga de catedráticos de universidad que ha dado el Puerto de la Cruz. Si la memoria no me falla, creo recordar, que en la rama de las Ciencias son cuatro los catedráticos nacidos en el Puerto. Siguiendo un orden cronológico, el primero fue Benito Rodríguez Ríos, ya fallecido, que en 1957 logró la cátedra de Química Inorgánica de la universidad de La Laguna (ULL). Fue profesor mío, decano de la facultad de Ciencias y rector entre 1972 y 1973. El rectorado de Benito Rodríguez Ríos tuvo lugar durante un periodo muy difícil de la universidad española, y al final dimitió porque sus proyectos no estaban saliendo tal como el los había pensado. El segundo fue Telesforo Bravo Expósito, también ya desaparecido, y al que esta noche estamos honrando aquí. Telesforo ganó su cátedra de Petrología y Geoquímica de la ULL en 1966. El tercero es Antonio Galindo Brito, actual catedrático de Química Orgánica de la ULL, y que ha sido presidente de este Instituto. Y el cuarto es Julio Afonso Carrillo, el científico que me acaba de presentar, que trabaja también en la ULL, y que como los anteriores es natural de este entrañable Puerto de la Cruz.

Aquí en el Puerto de la Cruz pasé los dos primeros años de mi infancia, concretamente en el Hotel Taoro, con mi abuelo Gustavo Wildpret y mi abuela Remedios Álvarez. Había perdido a los dos meses de nacer a mi madre en noviembre de 1933 a consecuencia de unas fiebres puerperales. Mi padre venía todas las semanas al Hotel Taoro para estar conmigo. Al año de enviudar formalizó una relación sentimental con María Dixkes, una mujer alemana residente en el Puerto, con la que contrajo matrimonio en la parroquia de Nuestra Señora de la Peña de Francia ante la imagen del Gran Poder. María sería realmente mi madre, en el sentido de que fue quién me cuidó de niño, y me educó junto a mi hermano Leo y mi hermana Elena Sofía como un hijo más. A ella le debo entre otras muchas cosas el conocimiento de la lengua alemana que siempre he considerado mi segunda lengua materna. La quise como si hubiera sido mi verdadera madre y de ella siempre recibí un cariño filial especial. Por tanto, desde aquel lejano tiempo, venir al Puerto siempre ha sido para nosotros algo especial, porque era venir al pueblo de mi padre, que el tanto quería y en el que se sentía tan a gusto con su familia y con su gente. Es por ello, por lo que para mi es un tremendo honor venir aquí, y estar esta noche con ustedes. Es un reencuentro, como he dicho al principio, con mis propias raíces sentimentales.

Algunos comentarios históricos

Antes iniciar la conferencia me gustaría realizar algunos comentarios históricos sobre varias personalidades importantes relacionadas con el

mundo de la biodiversidad. Se trata de científicos, que aunque no eran portuenses, vivieron y trabajaron en el Puerto de la Cruz, aunque en algunos casos sólo fuese durante unos pocos días. En la etapa de mi vida en la que me encuentro debo reconocer que me gusta mucho la historia. Es el resumen del pasado, muchas de las veces relatado de un modo subjetivo. Pero sin embargo, considero que debe ser tratada como la base del presente y en ella se encuentran experiencias que, sin duda, son necesarias y muy útiles para planificar el futuro. Por eso quiero ahora recordar, aunque sea muy brevemente, a algunos científicos, personas que pasaron por el Puerto y que han dejado aquí una huella imborrable de su labor científica.

Este corto recorrido lo inicio haciendo referencia a unas personas que pernoctaron aquí, muy próximos a este lugar, donde fueron agasajados y alojados por Bernardo Cólogán en su casona familiar, que hoy es el hotel Marquesa. Se trata del prusiano-alemán Alexander von Humboldt y el francés Aimé Bonpland (Fig. 1). Ambos iban de camino hacia las regiones equinociales de América y pasaron en esta ciudad cuatro días de su corta estancia en la isla.

Habían llegado a la isla por el puerto de Santa Cruz de Tenerife el 19 de junio de 1799 a bordo de la goleta Pizarro. Durante su corta visita a la isla realizaron la famosa expedición que culminó con la subida al Pico Teide. Aquel acontecimiento tuvo una repercusión en el pensamiento de Humboldt que se consolidaría al ascender a otras cumbres andinas donde observó como los cambios climáticos altitudinales repercutían en el establecimiento de distintas formaciones vegetales. Estas observaciones le llevaron a crear las bases de una ciencia: la geobotánica, disciplina a la que he dedicado gran parte de mi actividad didáctica y científica. La labor de estos científicos en Tenerife a pesar del corto tiempo de su estancia fue intensa y tuvo posteriormente una repercusión importante en los naturalistas viajeros del siglo diecinueve. La parte botánica, está recogida en los cuadernos de campo de Bonpland que se conservan en el Museo de Historia Natural de París. Merece destacarse que aunque la violeta del Teide o violeta del pico ya había sido descubierta y descrita por naturalistas anteriores como el padre Feuillée, fueron ellos los que la describieron por vez primera con arreglo a las normas taxonómicas linneanas con el nombre de *Viola cheiranthifolia* Humboldt et Bonpland. Planta que considero el símbolo vegetal más representativo de la isla de Tenerife.

Después del desastroso y caótico comienzo del siglo XIX, vinieron a Tenerife el geólogo y geógrafo alemán Leopold von Buch y el botánico noruego Christen Smith (Fig. 2), desembarcando directamente en el Puerto de la Cruz a las diez de la mañana del 6 de Mayo de 1815, y alojándose en la casa de una de las familias más ilustres y amables de la ciudad, la familia Barry y Brice. A von Buch se debe la primera obra importante sobre la geología y vulcanología canarias. Este científico, amigo personal de

Humboldt, quedó extasiado ante el majestuoso espectáculo que le brindaron Las Cañadas. En su estudio utilizó por primera vez la palabra ‘caldera’ término que hoy en día se acepta en un sentido geológico en el ámbito científico. Por su parte, Christen Smith fue un botánico eminente que describió muchas especies nuevas de la flora canaria, recolectó muchos

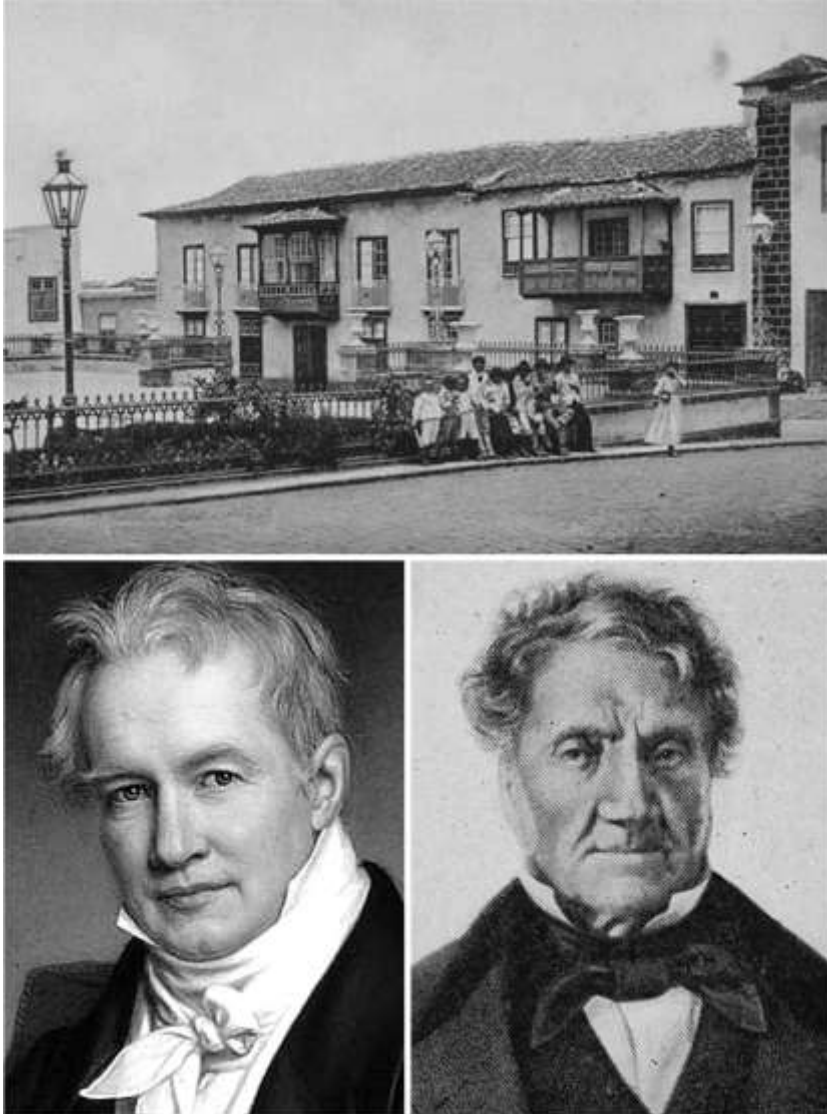


Fig. 1. En la casa de la familia Cologan, actual hotel Marquesa (arriba, en una imagen del principios del siglo xx), se alojaron Alexander von Humboldt (abajo izquierda) y Aimé Bonpland (abajo derecha), durante la breve estancia que hicieron en el Puerto de la Cruz antes de continuar hacia América (Fotos: FEDAC y Wikipedia).

especímenes para su herbario y publicó el segundo catálogo de la Flora de Canarias. Su muerte prematura en una expedición navegando por el río Congo impidió a Smith terminar su labor descriptiva. En la actualidad sigue ocupando un lugar destacado en la historia de la botánica canaria. Von Buch y Smith regresaron a Inglaterra desde el Puerto el día 11 de Octubre de 1815 vía Lanzarote.



Fig. 2. A Leopold von Buch (izquierda) se debe la primera obra importante acerca de la geología y vulcanología de las islas Canarias. Christen Smith (derecha) recolectó y describió muchas especies de nuestra flora. Ambos ocupan un lugar importante en la historia de la geología y la botánica canaria (Fotos: Wikipedia).

Otro de los ilustres visitantes del Puerto de la Cruz que voy a destacar es al médico alemán Paul Langerhans (Fig. 3). Personaje que ha pasado casi desapercibido a los historiadores que se han ocupado de estudiar la estancia de viajeros ilustres en el valle de La Orotava durante el siglo diecinueve. Este distinguido médico había nacido en Berlín en 1847, en el seno de una familia de médicos (Hausen, 1988; Jolles, 2002). Estudió medicina en la Universidad de Jena, siendo discípulo del gran morfológico Ernst Haeckel quién le transmitió su vocación por la zoología marina. Prosiguió sus estudios en la Universidad de Berlín, con Julius Conheim y Rudolf Virchow, en cuyo laboratorio comenzó a trabajar siendo estudiante en el estudio histológico de la inervación de la piel. En el transcurso de esta investigación descubrió las terminaciones nerviosas en el estrato Malpighi de la epidermis, así como el *stratus granulosum* del mismo, conocido más tarde como estrato de Langerhans. Entre el verano de 1867 y el otoño de 1868 realizó investigaciones novedosas sobre la estructura y citología del páncreas, tema de su tesis doctoral. Una grave tuberculosis frenó su carrera docente e investigadora. En busca de su curación, viajó infructuosamente por Suiza, Italia y Alemania. Finalmente recaló en Madeira donde ejerció la

medicina y se dedicó intensamente a los estudios de biología marina. En 1888 falleció en Madeira de una infección renal a los cuarenta años. En el cementerio de Funchal reposan sus restos mortales.



Fig. 3. Detalle de los bajíos de Puerto de la Cruz en una imagen de principios del siglo xx (izquierda), en ellos el famoso médico alemán Paul Langerhans (derecha), que también era experto en gusanos marinos (poliquetos), estudió y descubrió varias especies, entre ellas *Perinereis taorica* (Fotos: FEDAC y Den Store Danske Encyklopædi).

Las células glandulares descubiertas por Langerhans en sus investigaciones del páncreas fueron denominadas en 1893 por el histólogo francés Laguesse como ‘islotos de Langerhans’. En 1921 los histólogos Basting y Best aislaron la principal sustancia secretada por dichas células a la que denominaron ‘insulina’, denominación por la que todos conocemos a esta famosa hormona generada en estos islotes. Langerhans se trasladó desde Madeira para estudiar en el mar del Puerto de la Cruz temas relacionados con la biología marina de este litoral. Como experto en gusanos marinos, en concreto en el grupo de los poliquetos, realizó estudios sobre éstos cuyo resultado fue el descubrimiento de algunas especies en los bajíos portuenses. Una de ellas, *Perinereis taorica*, es una ‘miñoca’ descrita por Langerhans en 1881, y cuyo nombre hace referencia al Taoro. Hace unos años, el profesor de Biología Marina de la ULL Jorge Núñez Fraga tuvo que redescubrir esta especie a partir de nuevos ejemplares recolectados en su localidad típica, Puerto de la Cruz, puesto que los especímenes originalmente utilizados por Langerhans y depositados en la universidad de Freiberg habían sido destruidos en 1944 durante la Segunda Guerra Mundial.

Langerhans fue una de tantas personas europeas que padeció la tuberculosis, una enfermedad cruel que en el siglo XIX sólo se curaba con

reposo, alimentación adecuada y una larga estancia en lugares de clima suave como el de las islas atlánticas. En aquel tiempo, Madeira, Tenerife y Gran Canaria eran los destinos mas visitados. Por estas fechas puede situarse el inicio del turismo insular basado en la llegada de gente enferma crónica a las islas con el pretexto de pasar largas estancias de reposo en busca de la salud perdida.

Langerhans fue un claro ejemplo de personaje con esa doble vertiente intelectual, muy frecuente en numerosos profesionales, de ser médico y naturalista simultáneamente. Aquí nos acompaña esta tarde mi gran amigo el médico Luis Espinosa García Estrada, al que considero un naturalista vocacional; o por citar otro ejemplo, mencionar la figura relevante del polifacético médico portuense Celestino González Padrón.

En este recorrido histórico incompleto voy a referirme al mundo de las algas marinas donde en la actualidad destaca por sus investigaciones y su docencia Julio Afonso. Julio llegó al mundo de las plantas marinas de mi mano. Hay que remontarse a los inicios de la implantación de los estudios de Ciencias Biológicas en la Universidad de La Laguna en el curso 1966-67 siendo rector de la Universidad el prestigioso catedrático de Química Orgánica el realejero profesor Antonio González. Don Antonio disfrutaba por aquel entonces de una gran amistad con su maestro el profesor Lora Tamayo, ministro de Educación en uno de los gobiernos del general Franco. Debido a esta circunstancia especial pudo obtener para la Universidad de La Laguna la creación una nueva Facultad y una Sección: la de Medicina y la de Ciencias Biológicas en la Facultad de Ciencias, en la cual se iba a impartir por primera vez en la universidad española Biología Marina.

El profesor González y su equipo estaban desarrollando en aquel tiempo investigaciones en su cátedra con el objeto de aislar productos naturales extraídos de plantas terrestres y de seres marinos. Me di cuenta desde un principio de que había que meterse en ese terreno. Nada más incorporarme a la docencia en la recién creada Sección de Biológicas puse en marcha los primeros estudios elementales sobre flora marina y sobre flora terrestre en su más amplio sentido. La primera tesis doctoral sobre algas marinas, realizada en aquellas condiciones de penurias iniciales, fue la del farmacéutico y profesor ayudante de Botánica Alvaro Acuña González, que fue dirigida por el profesor Juan Seoane Camba, catedrático de Botánica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona, y presentada y defendida en la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid. Una vez consolidada mi plaza de profesor Agregado numerario en mayo de 1970, inicié mi labor investigadora en el campo de la flora marina canaria dirigiendo la tesina de Arnoldo Santos Guerra y las tesis de la profesora Candelaria Gil Rodríguez y la tesina y tesis de Julio Afonso. Desde entonces, la profesora Gil, Julio y sus respectivos colaboradores han continuado en una línea ascendente

dirigiendo tesinas, tesis, proyectos y trabajos científicos relevantes publicados de forma ininterrumpida durante estos cuarenta años.

Retomando la senda inicial de mi intervención, regreso al Puerto de la Cruz. En el litoral portuense realizaron sus investigaciones ficológicas dos relevantes científicos pioneros en las islas en los estudios sobre la flora marina canaria. El francés Camile Sauvageau, que realizó sus trabajos en el invierno de 1905, y el danés Frederik Børgesen que los realizó en el invierno de 1920. Ambos científicos estuvieron estudiando los ricos bajíos que existían en el Puerto (Afonso-Carrillo, 2003). Lugares singulares de biodiversidad marina en los que el olor del mar tiene un matiz especial que nos adormece, junto con el espectáculo de las olas al golpear sobre las rocas volcánicas. A pesar de lo duramente castigado que ha sido todo este litoral por la brutal intervención antrópica, todavía es posible encontrar pequeños rincones en los que la naturaleza y su biodiversidad nos siguen sorprendiendo, en unos ambientes que estaban llamados a ser el mejor parque marino del archipiélago. Ningún botánico marino conoce los reductos del Penitente y alrededores de la playa del Boquete y de San Telmo mejor que Julio Afonso. En estos ambientes costeros, donde el mar golpea los sustratos rocosos con una violencia especial, Julio ha realizado descubrimientos importantes e incluso me atrevo a opinar que aún este lugar privilegiado le seguirá obsequiando con sorpresas mientras dure su curiosidad científica y sus ganas de seguir disfrutando en ese lugar emblemático del Puerto.

Por último, quedan dos personas importantísimas que trabajaron aquí y a las que quiero dedicar un breve comentario. La primera es Telesforo Bravo, la figura que hoy homenajeamos. Telesforo Bravo para mí tiene muchos aspectos importantes, pero su figura es bien conocida por todos ustedes y no me parece oportuno extenderme esta tarde en glosar aquí su dilatada e impresionante biografía. No obstante, si quiero señalar algunos detalles de mi relación con él. Fue profesor mío de manera privada. En el verano de 1949 mi padre me ofreció la posibilidad de que Telesforo me impartiera unas clases particulares de Ciencias Naturales. Aunque había aprobado con buenas notas mi asignatura de 5º curso de Bachillerato en el Instituto acepté gustoso. Con él entré en las Ciencias de la Naturaleza, y sobretodo en la labor de campo. Recuerdo aquellas excursiones al barranco de Tahodio donde me iba mostrando las plantas y los minerales que conocía muy bien. De manera especial las maclas de augita. Telesforo era un naturalista que conocía y amaba la naturaleza canaria de una manera profunda. Por lo tanto, mi relación con Telesforo se inició desde mi juventud. Luego en la Universidad Telesforo tuvo el detalle generoso de cedernos parte de sus laboratorios en el edificio central de la universidad para ubicar en ellos las primeras instalaciones del recién creado departamento de Botánica. Sólo puedo tener palabras de gratitud hacia este

ilustre portuense que me honró a lo largo de mi vida universitaria con sus conocimientos y con su amistad

La segunda persona que merece ser recordada es el científico Eric Sventenius (Fig. 4), mi maestro, quién me inició en los primeros pasos por la Botánica. Todo un personaje ilustre para el valle de La Orotava. Sventenius vivió durante 29 años en el Puerto. Desde aquí desarrolló una tarea importantísima extendida a todas las islas Canarias y a los archipiélagos de Madeira y Cabo Verde. Una faceta casi ignorada de este investigador que tan a fondo trabajó en la botánica canaria, fue su enorme relación social como receptor de tanta gente ilustre, entre ella, numerosos naturalistas extranjeros que le visitaron para interesarse por sus conocimientos y para pedirle asesoramiento en sus tareas. Españoles y extranjeros que viajaban de forma anónima fueron recibidos e incluso alojados en la pequeña vivienda diseñada por él en el Jardín Botánico.

Eric Sventenius llegó a la isla en agosto del año 1943, y se instaló inicialmente en la pensión Thomson ubicada en la calle Zamora. En noviembre pasado celebramos en el Instituto de Estudios Canarios unas jornadas para recordar el primer centenario de su nacimiento. Sventenius nació el 10-10-1910, y consultando algunos datos de su archivo personal depositado en el Jardín Canario 'Viera y Clavijo' de Las Palmas de Gran Canaria, pudimos aportar aspectos muy interesantes de su apasionante biografía.

Tanto Telesforo Bravo como Eric Sventenius lucharon por conservar un lugar emblemático del Puerto: la ladera de Martíánez. Ha sido increíble que los regidores del Puerto hayan dejado pasar, por desidia o tal vez por ignorancia, la ocasión de dignificar este espacio singular del litoral portuense. Este desinterés por el acantilado o ladera de Martíánez constituye una de los grandes actos de desprecio que ha tenido la isla hacia un lugar que pudo haber sido en la década de los años cincuenta del siglo pasado el Jardín de Plantas Canarias. Existe toda una documentación que prueba que este fue el lugar elegido inicialmente por Sventenius, y que por desidia, por desconocimiento o por falta de interés, se perdió una iniciativa de extraordinario rango paisajístico, turístico y científico que se marchó al lecho y a las laderas del barranco de Guinguada, donde en la actualidad constituye, desde mi punto de vista, una de las joyas del Cabildo Insular de Gran Canaria.

El paisaje degradado de la ladera de Martíánez ofrece en la actualidad un lamentable aspecto de abandono. Se trataba de un espacio que tuvo un extraordinario interés desde varios puntos de vista: geomorfológico, florístico y faunístico, tanto terrestre como marino, y en especial, por sus yacimientos paleontológicos y arqueológicos. Sin embargo, ahí está como triste testimonio de lo que no hemos sabido o querido conservar y aprovechar para el disfrute de nuestra generación y sobre todo de las



Fig. 4. El botánico sueco Eric Sventenius eligió inicialmente para su jardín de plantas canarias a la Ladera de Martiánez, un espacio impresionante por su geología, su vegetación y su fauna. La ladera a principios del siglo XX (arriba derecha) y diferentes imágenes que muestran el actual estado de degradación, en el que sobreviven valiosos representantes de la flora canaria (Fotos: FEDAC y J. Afonso).

venideras. Como ha pasado y pasa en muchas ocasiones en la isla de Tenerife, se perdió la oportunidad de haber tenido aquí un atractivo turístico de primerísima categoría científica y cultural. Por eso, rindo esta noche en este entrañable Instituto un sentido homenaje a Telesforo Bravo y a Eric Sventenius, defensores ilustres de la ladera de Martiánez. Ellos lucharon denodadamente e hicieron unos esfuerzos increíbles por esta noble causa. No fueron oídos, sus opiniones no fueron tenidas en cuenta. Penoso.

Por último me queda por nombrar los trabajos tan interesantes que realizó en el Puerto de la Cruz el doctor Wolfgang Köhler (Fig. 5). Este psicólogo alemán, retenido en el Puerto como consecuencia de la primera guerra Mundial (1914-1918) fue el primer científico que inició en los llanos de la Paz, frente al mar, el estudio del comportamiento de los primates. Recuerdo que mi padre me contaba sus andanzas en la Casa Amarilla observando los experimentos de Köhler. Con estos estudios pioneros en su época, Köhler intentaba evaluar la inteligencia de estos animales, que en la escala biológica, son nuestros parientes más cercanos.

Aquí se llevó a cabo, entre otras, una famosa prueba grabada en una cinta cinematográfica en la que un primate trata de alcanzar un plátano colgado a una cierta altura. El animal intenta repetidamente saltar infructuosamente sin alcanzarlo. De pronto descubre en un rincón del habitáculo un palo apoyado a la pared. Se dirige al lugar, toma el palo, desde allí va hacia el plátano colgado al que golpea, y el fruto se desprende y cae. Sobre la marcha lo pela y se lo come. Aquella experiencia, entre otras, vino a demostrar las capacidades de razonamiento y cognitivas que tienen los primates. La importancia de estos estudios tuve ocasión de comprobarla hace unos meses contemplando el documental nº 100 de Redes, emitido por TV2, realizado y dirigido por Eduardo Punset en el Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva de Leipzig en Alemania. Punset dialogaba con el biólogo catalán Joseph Call director del Wolfgang Köhler Primate Research Center contemplando unas fotografías realizadas por el propio Köhler en la Estación de Antropoides del Puerto de la Cruz. De manera que, desde 1913 hasta 1920, el primer Centro de Primatología del mundo estuvo establecido en el Puerto de la Cruz por orden de la Academia Prusiana de Ciencias de Berlín. En la actualidad, la Casa Amarilla, abandonada y en estado ruinoso, y la ladera de Martiánez constituyen dos ejemplos de la desidia institucional portuense. En la Casa Amarilla se pudo haber creado un centro científico y cultural de alto nivel, destinado a explicar a los escolares canarios, a nuestra gente y a nuestros visitantes, que en ese lugar, a principios del siglo XX, se hicieron los primeros ensayos antropológicos sobre el desarrollo de la inteligencia en primates.

Después de estos algo extensos comentarios iniciales, me voy a centrar en lo que es estrictamente la conferencia.



Fig. 5. En la Casa Amarilla, conservada en buen estado hasta finales del pasado siglo (arriba izquierda), el psicólogo alemán Wolfgang Köhler inició para la Academia Prusiana de Ciencias de Berlín, el estudio del comportamiento de los primates, en lo que fue el primer Centro de Primatología del mundo. Hoy, la casa está abandonada y en ruinas (en medio y abajo) (Fotos: El Puerto Project y J. Afonso).

Reflexiones sobre la biodiversidad canaria

Pensé titular la conferencia, ‘Reflexiones sobre la biodiversidad canaria en el año internacional de la biodiversidad’ ya que en este momento, y por indicación de las Naciones Unidas, estamos finalizando el año dedicado a la biodiversidad. Mientras la ONU habitualmente dedica un solo día a conmemorar y destacar temas importantes para el conjunto de la humanidad, como el día de la mujer, el día del niño, o el día del árbol, etc., dada la importancia que la organización confiere a la biodiversidad del planeta ha decidido dedicar todo un año a esta cuestión. Naciones Unidas ha querido que un año entero fuera dedicado a promocionar, a dialogar, a discutir, sobre este tema tan candente y preocupante. De este modo, se nos invita a que reflexionemos, por ejemplo, con lo que está pasando en la Amazonía, que es el gran pulmón del planeta. Allí, todos los días desaparecen cientos de especies que aún no habían sido descritas para la ciencia. Las hemos perdido de forma irreversible y podrían haber sido recursos naturales que hubieran servido para mejorar nuestra calidad de vida. O, si lo prefieren, se nos sugiere meditar sobre el hecho incuestionable de que en este planeta la mayor parte de las inversiones que se están realizando en estos momentos en los países desarrollados están encaminadas a la creación de armamentos cada vez más sofisticados, con lo que los mayores esfuerzos económicos se dedican no a conservar sino a destruir.

Naciones Unidas declaró 2010 como año internacional de la biodiversidad, con el propósito de promover una campaña mundial de sensibilización sobre la protección de la diversidad biológica. Uno de los objetivos prioritarios de este gran evento es alentar a las organizaciones, instituciones, fundaciones, ONGs, empresas y público en general para que activen medidas concretas de cara a reducir la pérdida de biodiversidad global. No se concibe el desarrollo humano y el bienestar social sin tener en cuenta lo que supone la biodiversidad. En el caso de los vegetales, que es mi tema, la mayor parte del oxígeno que nosotros necesitamos para respirar procede de la fotosíntesis que realizan estos seres vivos, tanto en el medio marino como en el medio terrestre. Es más, la mayor parte de oxígeno que nosotros respiramos, que es aproximadamente el 20% de la composición química de la atmósfera, es producida por el fitoplancton marino, organismos que viven en esas dos terceras partes del planeta ocupadas por el mar, lugar donde ocurrió el milagro del origen la vida. Además, todas estas plantas se convierten también en el sumidero del anhídrido carbónico atmosférico, jugando un papel importantísimo en este sentido debido al incremento de este gas responsable del conocido ‘efecto invernadero’.

Les voy a comentar una anécdota. Hace algunos años, por la época en la que pretendíamos concienciar a nuestros gobernantes de la importancia del monteverde, y quisiera aprovechar esta oportunidad para recordar al ya

desaparecido amigo portuense Imeldo Bello que fue un gran defensor de nuestro monteverde, conversaba con un amigo piloto de aviación civil sobre el problema del ruido originado en los alrededores de los aeropuertos. Recuerdo su comentario al respecto: me decía que en los aeropuertos el principal problema no es el ruido; el gran problema medioambiental radica en que para que un Jumbo logre despegar es necesario consumir una cantidad de oxígeno equivalente al producido por todo el monte de Las Mercedes en un día.

Todas las iniciativas de este año están dirigidas a concienciar a la población sobre la importancia de la conservación de la biodiversidad, promoviendo además, su valor económico. Unido a este objetivo, se pretende mejorar el conocimiento público de las amenazas a la biodiversidad y los medios para conservarla. Y ese es el motivo por el que estamos hoy reunidos aquí.

La vida

El primer problema con el que nos encontramos es definir qué es la vida. Cuando a James Lovelock, científico independiente, meteorólogo, escritor, inventor y ambientalista, famoso por la Hipótesis Gaia (conjunto de modelos científicos que contemplan a la Tierra como un todo en el que la vida juega un papel de autorregulación, ver Lovelock, 2007), le preguntaron qué era para él la vida, contestó: ‘Bueno, soy un científico. Pero los científicos pertenecemos a tribus distintas: biólogos, físicos, químicos..., y si les preguntas a cada uno de ellos qué es la vida, todos te darán una respuesta distinta. El biólogo te dirá que es algo que se reproduce a sí mismo, que los errores reproductivos son corregidos por la selección natural, y esto es lo que distingue a los seres vivos. El químico afirmará que es algo que metaboliza, que coge elementos químicos del entorno, los procesa y los devuelve, y todo el sistema se mantiene siempre en un estado maravilloso, en un estado constante que logra estar fuera del equilibrio. Y el físico te dirá que nada de eso, que es un sistema que funciona como un frigorífico: coge energía libre, la transforma y se construye a sí mismo como una estructura que disipa energía’ (Punset, 2008). De manera que para poder entender correctamente lo que significa la biodiversidad, es necesario, naturalmente, aceptar y aglutinar estas tres perspectivas.

Leyendo las obras de Lovelock, podemos recapacitar sobre el hecho de que la Tierra tiene miles de millones de años y que la historia de la humanidad es sólo el último fragmento de un segundo al final de este inmenso período de tiempo cósmico. Por eso tenemos que aceptar que la Tierra no está hecha para nosotros, y que sólo somos unos invitados que estamos aquí gracias a un afortunado accidente. Quizá esta idea haga que aumente nuestro respeto hacia la Tierra y a nuestra humanidad. Bajo esta

perspectiva, Lovelock insiste en que debemos sentirnos muy afortunados de formar parte de un universo que se organiza a sí mismo. Porque, donde quiera que existan flujos de energía, como la luz solar procedente de una estrella, se forman sistemas y estructuras que viven, sobreviven un tiempo y se extinguen de nuevo. Por ello, la vida es uno de esos sistemas. Pero distinto a los demás, porque es un sistema casi inmortal. La razón de que sea casi inmortal es que puede transmitir de una generación a otra el conocimiento de lo que se debe hacer para sobrevivir.

Cuando reflexionamos sobre las pérdidas tan importantes de biodiversidad que están ocurriendo en la actualidad, es necesario recordar que en el pasado la vida se empobreció significativamente en cinco acontecimientos principales, además de en innumerables episodios locales diferentes. Sin embargo, la vida continuó. Pero, ¿Cuánto tiempo le tomó a la evolución restaurar las pérdidas? Aunque sólo cinco millones de años fueron suficientes para empezar con fuerza, la recuperación completa a partir de cada una de las cinco extinciones mayores requirió, en cambio, decenas de millones de años. La reducción de biodiversidad que tuvo lugar en el Ordovícico, hace 488,3 millones de años (ma) necesitó 25 ma para alcanzar la recuperación. La reducción del Devónico (hace 416 ma), 30 ma; las del Pérmico (hace 299 ma) y Triásico (251 ma), 100 ma. Y por último, la del Cretácico (hace 145 ma), 20 ma.

Cada extinción ha permitido el desarrollo de formas de vida más evolucionadas, y así se supone que seguirá ocurriendo. Si los dinosaurios no se hubieran extinguido hace sesenta millones de años, ahora yo no podría estar impartiendo esta conferencia, ya que los dinosaurios hubieran dominado a todos los pequeños mamíferos durante cientos de miles de años, hasta que se hubiera producido otro importante fenómeno de extinción. La cuestión es que la desaparición de los dinosaurios facilitó la evolución de los pequeños mamíferos y por eso estamos aquí.

La crisis de la biodiversidad

Si la actual crisis de la biodiversidad permanece en gran parte ignorada y los hábitats naturales continúan declinando, hoy se acepta que perderemos, al menos, la cuarta parte de las especies de la Tierra. Sin embargo, si respondiéramos sensatamente con los conocimientos y la tecnología que ya poseemos, podría preverse que las pérdidas de biodiversidad no pasarían del 10%. A primera vista la diferencia parece soportable. Pero no lo es, puesto que supone una pérdida de millones de especies. Si tomamos como ejemplo el Archipiélago Canario considerado un punto caliente de biodiversidad a nivel planetario, con una superficie tan limitada, nuestros diversos ecosistemas albergan todavía una alta biodiversidad a nivel mundial. Se da la curiosa circunstancia que en una

media aproximada de siete días suele describirse una especie nueva para la ciencia. Pues a pesar de esta riqueza biológica que aún tenemos, es de lamentar la pérdida diaria de muchas de las especies conocidas e incluso de aquellas que aún permanecen desconocidas para la ciencia.

Desde una visión de tipo general, son seis las causas principales que están provocando el actual retroceso de la biodiversidad:

a) Deterioro y fragmentación de hábitats terrestres y marinos por crecimiento de la población. Este problema se puede observar a diario en las islas. Utilizando la escala de tiempo en la que yo he vivido debo señalar el deterioro tan brutal que han padecido todos los ambientes insulares, terrestres y marinos, debido principalmente al incremento de la población, tanto residentes como turistas, y al desarrollo de todo tipo de infraestructuras en muchas ocasiones realizadas sin ningún tipo de planificación medioambiental.

b) Introducción de especies invasoras. En este sentido basta con reflexionar sobre el número de especies potencialmente invasoras que pueden llegar a las islas por ejemplo en el interior de un contenedor, de los miles y miles que son desembarcados por los muelles comerciales de las islas. Los contenedores proceden prácticamente de todo el mundo. Hoy en día el comercio está totalmente globalizado. O pensemos simplemente en el papel de los aviones comerciales con el traslado de mercancías y de personas procedentes de todas partes del mundo. El peligro mayor sin duda nos llega de los países tropicales. Todo tipo de pequeños organismos, microorganismos patógenos, parásitos, plantas y animales procedentes de estos territorios llegados por esta vía de forma accidental o voluntaria no habrían alcanzado las islas de manera natural con tanta facilidad. Los fitopatólogos están alarmados. El mosquito tigre es un ejemplo de reciente introducción en Canarias. Y lo mismo ocurre en el medio marino, donde muchos seres vivos han sido introducidos formando parte del 'fouling' eliminado de los navíos a consecuencia de la limpieza de los cascos en los puertos de destino. Como ejemplo grave puede considerarse la eliminación del agua de lastre de los grandes petroleros que no sólo contribuye a la dispersión lejos de su lugar de origen de especies por todos los mares del mundo sino que junto a esta contaminación se produce el vertido simultáneo de restos de hidrocarburos. Así llegan a las islas todo tipo de especies, que pueden instalarse en ellas y competir con nuestras especies nativas.

c) Explotación excesiva de especies de plantas y animales (bosques explotados, pesca excesiva). Entre los bosques explotados, quizá sea el de Brasil el ejemplo desgraciadamente más notable que tenemos en el planeta. En Brasil se está talando la mayor parte de la Amazonia. Pero eso es sólo lo que se ve. La cubierta vegetal que se está eliminando ha estado permitiendo la vida a miles y miles de otras especies que viven en la selva y que

dependen de los productores primarios que son las plantas. Por otra parte, la sobrepesca tiene efectos devastadores sobre los ecosistemas marinos. No sólo afecta a las especies que son capturadas, sino que la variación del número de ejemplares de una especie a favor de otra puede transformarse en una presión incontrolable en su propio medio. Aunque la sobrepesca no es un fenómeno nuevo, ha sido a partir del siglo XX cuando ha comenzado a representar un peligro a nivel planetario. El incremento de la presión pesquera que están llevando a cabo los países ricos está desplazando a los pescadores locales de sus zonas tradicionales de captura, provocando no sólo el empobrecimiento de las zonas donde estos han faenado tradicionalmente sino que consecuentemente se ha producido la pérdida de una fuente de alimento básico, fundamental para la subsistencia de la población autóctona.

d) Contaminación del suelo, el agua y la atmósfera. Con respecto a la contaminación les puedo poner un ejemplo duro, de reflexión, sobre actividades cotidianas de las que ignoramos el daño que pueden provocar a la naturaleza en un espacio protegido. Los aquí presentes habrán subido a Las Cañadas del Teide cientos o miles de veces, de hecho todos los años suben al Parque Nacional seiscientos mil automóviles. Pues bien, unos veinticinco vehículos rompen el cárter cada mes. El aceite derramado a causa de esta rotura se mezcla con la tierra o con la nieve. Al producirse las precipitaciones torrenciales anuales, o cuando la nieve se derrite, los residuos de esta suspensión tóxica son arrastrados hacia el interior del sustrato. A esta contaminación hay que añadir la de las partículas procedentes de la erosión por fricción de los neumáticos sobre el asfalto de la carretera, los residuos de los frenos e incluso las manchas de aceite que adornan los aparcamientos y la carretera del Parque. Toda esta mezcla es incorporada al agua de lluvia que se percola íntegramente a las capas freáticas del subsuelo, dado que por su singular estructura geomorfológica, la gran caldera de Las Cañadas no tiene posibilidad de verter sus aguas de escorrentías al mar. De manera, que no será extraño encontrar en el futuro restos de hidrocarburos, quizá en cantidades nanométricas, en las aguas subterráneas insulares. Esto puede significar un grave problema añadido en un futuro no muy lejano a la creciente contaminación de los acuíferos tinerfeños. También considero oportuno recordar que en la actividad agrícola y ganadera, el abuso de fertilizantes, pesticidas y piensos artificiales de origen orgánico que ha tenido lugar en las últimas décadas, y cuya degradación en el medio se produce con cierta lentitud, hace tiempo que viene afectando a algunos acuíferos. Aquí, en el valle de La Orotava, el continuo vertido incontrolado de aguas residuales procedentes de la creciente proliferación de pozos negros de zonas residenciales e industriales se ha convertido en un serio problema de contaminación química y biológica del agua almacenada en los acuíferos subterráneos. Podría

continuar señalando situaciones que necesitan una urgente corrección si aplicamos parte de cualquier catálogo elemental de atentados medioambientales. Santa Cruz de Tenerife, mi ciudad natal, está actualmente considerada una de las ciudades más contaminadas de Europa. Es bien conocido que cuando los alisios dejan de circular o vienen los vientos del suroeste, la contaminación provocada por la refinería, la depuradora de aguas residuales o por los gases eliminados por la elevada cantidad de vehículos movidos por combustibles derivados de recursos fósiles que circulan por la urbe, hace que su atmósfera se vuelva prácticamente irrespirable en algunas épocas del año.

e) Modificación del clima. La actividad humana ha estado incrementando de forma progresiva los niveles de CO₂ en la atmósfera, lo que está produciendo un incremento excepcional de la temperatura del planeta, que conduce al tan debatido ‘cambio climático’, sobre el que en la actualidad existe todavía cierta controversia. Pero de lo que no hay duda es que el desarrollo humano está cambiando sustancialmente los equilibrios de la naturaleza como consecuencia del vertido de cantidades muy elevadas de CO₂ y otros contaminantes a la atmósfera. La modificación del clima está afectando ya a la distribución de las especies, poniendo en peligro de extinción a aquellas que carecen de la capacidad de adaptación o de ampliar sus propias áreas de distribución.

f) Agroindustrias y forestación con monocultivos. Como ya he comentado, en la selva de Brasil se está talando salvajemente y se está transformando en un monocultivo, consecuencia de la actual apuesta por la industria del biofuel, es decir, de la producción de combustibles procedentes de la transformación de biomasa vegetal. En el Amazonas, en un territorio en el que en apenas una hectárea pueden crecer hasta seiscientos especies distintas de plantas, si esta biomasa es arrasada y se siembra de soja o de maíz, podrán hacerse una idea del daño considerable que se está infringiendo a la biodiversidad local

Por último, no quiero dejar pasar la oportunidad de hacer una referencia a determinados personajes peligrosos, delincuentes de guante blanco dedicados al comercio de especies. Son los que denominamos ‘cazaendemismos’. Se trata de personas que se dedican a la recolección de las especies muy raras y escasas que viven en lugares singulares para ser vendidas a museos, universidades o jardines botánicos, que por este procedimiento incrementan sus colecciones con especies de las que apenas se conocen algunas decenas o centenas de ejemplares en su estado natural. Este uso mercantil de la naturaleza puede provocar daños irreparables. Les pondré un ejemplo que no se ha podido resolver todavía por la gestión del Parque Nacional del Teide. Hace poco encontré en internet un catálogo de especies canarias entre las que se incluía una oferta de semillas de la violeta del Teide. Denuncié el hecho a la Dirección del Parque. Al poco tiempo se

me comunicó que hecha la consulta legal preceptiva, desgraciadamente la legislación vigente no parece contemplar ninguna medida para impedir que una especie tan protegida como ésta, en la que su propia capacidad de dispersión por semillas es fundamental para su supervivencia. La recolección furtiva de semillas de este endemismo en sus poblaciones naturales de difícil control en la actualidad puede considerarse, por tanto, como una causa más que podrá propiciar la merma de su capacidad de dispersión en sus hábitats.

En la actualidad se tiene la percepción de que la humanidad ha iniciado la sexta gran convulsión de extinción. ¿Pero, qué es lo que se extingue? ¿La vida? La reflexión debe ser mucho más realista puesto que en realidad lo que parece haber comenzado es la extinción de ‘su’ vida, ya que el periodo de tiempo necesario para que se pueda recuperar lo perdido no tiene significado para la humanidad contemporánea. Por todo ello es necesario destacar lo que es evidente, esto es, que la ‘vida’ seguirá en el momento en que la especie humana desaparezca del planeta. Simplemente por que le toca desaparecer, de igual manera que desaparecieron en su momento los dinosaurios. Y luego, seremos sustituidos por otros organismos que se volverán predominantes. Estos podrán ser las abejas, las hormigas, o cualquier otro organismo, es decir, cualquiera que en ese momento esté genéticamente preparado para triunfar en las nuevas condiciones que se van a dar en el planeta y aproveche su oportunidad.

A qué llamamos biodiversidad

El término ‘biodiversidad’ al parecer fue acuñado por el profesor de la Universidad de Harvard, Edward O. Wilson en 1985. El profesor Wilson empleó este término, que resulta de la contracción de ‘biological diversity’, cuando editó, en el libro que denominó ‘BioDiversity’, los resultados de los trabajos del Foro Nacional de Diversidad de 1980 celebrado en Washington bajo los auspicios de la Academia Nacional de Ciencias y la Smithsonian Institution, dos de las instituciones científicas más prestigiosas de los Estados Unidos. Pero fue en 1972 cuando realmente se empezó a despertar la preocupación en Estocolmo, al comprobar los países más avanzados que las cosas no iban por buen camino. No estábamos por el sendero correcto y ya se habían encendido muchas luces rojas. Eran muchas las personas de opinión y criterio independiente las que en esos años habían dado la voz de alarma, y por lo tanto, era necesario comenzar a enmendar la situación. La Academia Nacional de Ciencias y la Smithsonian Institution fueron las instituciones que inicialmente popularizaron el término ‘biodiversidad’, de manera que hoy en día se habla de biodiversidad, como se habla de ‘desarrollo sostenible’ o de ‘cambio climático’, aunque desgraciadamente,

en muchos casos los que utilizan estas palabras no saben exactamente lo que quieren decir.

De la biodiversidad hay que señalar en primer lugar que es una cuestión de escalas. Abarca los genes, las especies y los ecosistemas. Los genes son los que llevamos en nuestros cromosomas y que transmitimos a nuestra descendencia. Las especies, son las unidades básicas de la clasificación biológica. Nosotros somos una especie, la especie *Homo sapiens*, y yo dentro de esta especie me he tomado la libertad de diferenciar críticamente tres 'variedades'. El *Homo sapiens 'sapiens'*, a la que pertenecemos todos los que estamos aquí esta noche; el *H. sapiens 'destruens'*, que está reservado para los especuladores; y por último, el *H. sapiens 'cruelis'*, que incluye a los torturadores. Diariamente los medios de comunicación nos recuerdan desgraciadamente de que estas tres 'variedades' existen. La última escala es la de los ecosistemas. Un ecosistema es un sistema natural constituido por un conjunto de organismos vivos y por el medio físico que ocupan, por lo tanto se trata de una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten un mismo hábitat. El monteverde, por ejemplo, es un ecosistema. En el mundo marino también hay muchísimos ecosistemas en donde se interrelacionan animales, con plantas, con bacterias, con virus. Interviene también el biotopo, el sitio donde viven, el flujo de energía, la alimentación, la reproducción. Todo ello forma parte de una misma unidad cuyo flujo de energía se rige inexorablemente por el segundo principio de la termodinámica y donde se cumple el principio o ley de Lavoisier que afirma que la materia ni se crea ni se destruye sino que se transforma y permanece.

El Convenio de Diversidad Biológica de Río de Janeiro de 5 de junio de 1992, fue elaborado con el propósito de prever, prevenir y atajar en su raíz las causas de reducción o pérdida significativa de la diversidad biológica. Y todo ello basado en el valor intrínseco de la biodiversidad, y de los valores de sus componentes medioambientales, genéticos, sociales, económicos, científicos, educativos, culturales, recreativos y estéticos. Del mismo modo, el convenio trata de promover la cooperación entre los estados miembros y las organizaciones intergubernamentales. Sin embargo, hay que recordar que dos de las grandes potencias, Estados Unidos y China, no lo firmaron, porque entre otras cosas sus industrias son las que más contaminan.

La variación genética dentro de las especies

Si analizamos los datos sobre la biodiversidad en el Archipiélago Canario, se puede destacar que en la actualidad se recogen 1.440 especies pertenecientes a la biota cultivada (1.411) y a la biota criada (29), y 808 variedades o razas de las cuales 402 son razas foráneas y 406 autóctonas

(386 variedades de plantas y 20 razas de animales). Este es el balance que hizo Antonio Machado hace unos años (Machado, 2002) y que en estos momentos ya ha quedado desfasado, siendo necesaria la realización de un nuevo recuento que considere las numerosas novedades que se han venido realizando en los últimos años. Cambios en temas relacionados con la biota suelen ser frecuentes. Basta, por ejemplo, consultar cualquiera de los volúmenes de la revista *Vieraea*, que fundé allá por 1970 y que es la publicación científica del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife actualmente dirigida por el Dr. Juan José Bacallado, para comprobar como todos los años se publica información referente al descubrimiento de nuevas especies o al hallazgo de especies conocidas en otras regiones, pero que previamente no se habían identificado en Canarias.

Es importante destacar que en Canarias contamos al menos con 386 variedades de plantas y con 20 razas de animales que son autóctonas de este archipiélago. Las razas se originan en muchas ocasiones como consecuencia de la adaptación de los organismos a unas particulares condiciones ecológicas, o por manipulación humana a lo largo de mucho tiempo. El término ‘raza’ se aplica para los grupos en los que se subdividen algunas especies, basados en una serie de características que se transmiten por herencia genética. Aunque la raza no tiene valor taxonómico, su uso se mantiene en la lengua común, y es importante en animales domésticos. Por otra parte, las variedades entre las plantas cultivadas han sido el resultado de la experimentación humana mediante cruces realizados de una manera empírica y sin ningún tipo de estudio científico previo. Una experimentación hecha por intuición, por inteligencia, y por la capacidad de probar, de ensayar, y comprobar que entre tantos fracasos, a veces se llegan a obtener resultados positivos. Así ha ido avanzando, transmitida la información vía oral, de generación en generación. Generalizada la aplicación rigurosa del método a la que fueron incorporadas de forma progresiva todas las innovaciones tecnológicas se ha producido la gran proliferación de variedades cultivadas en el momento actual.

El camello mayorero es un ejemplo de raza autóctona. Los camellos fueron introducidos en Canarias en el siglo XV procedentes del Sahara por normandos y castellanos. También hay razas autóctonas de perros, y de ganado ovino, caprino, bovino y porcino. Las cabras canarias, según parece, no han tenido problemas de brucelosis como ocurre con las de otras regiones. La ausencia de esta enfermedad en el ganado caprino autóctono puede deberse quizá a varias causas entre ellas a la existencia de un sistema inmunológico propio de las cabras canarias que aparentemente las mantiene inmunes a esta enfermedad. La presencia de razas autóctonas otorga un valor añadido a la ganadería de Canarias y este tesoro genético, cuyo valor supera el puramente económico y comercial, debe ser protegido y conservado a ultranza para evitar su pérdida.

Otra raza autóctona que merece destacarse es la de la abeja negra canaria responsable, por ejemplo, entre otras especies de la polinización de las retamas en el Parque Nacional del Teide y artífice de la elaboración de la magnífica miel de Las Cañadas. La abeja negra canaria (Fig. 6) es una de esas pequeñas joyas genéticas que habita en Canarias desde hace unos 200 mil años, logrando un nivel de adaptación al medio excelente. Se caracteriza por presentar altos grados de productividad y de mansedumbre, características muy valoradas por los apicultores, ya que la ausencia de agresividad resulta esencial en un territorio donde es difícil habilitar colmenas alejadas de los núcleos de población. Pues bien, la introducción de abejas foráneas, al parecer más laboriosas y productoras de más miel que la canaria, ha originado un híbrido sumamente agresivo, lo que constituye otro caso típico de alteración de nuestra biodiversidad por una manipulación incorrecta. De modo que, simplemente por fines productivos, se ha generado de manera involuntaria un grave problema ambiental.

En La Geria de Lanzarote (Fig. 6), unos paisajes de cenizas y escorias volcánicas originadas como consecuencia de las erupciones sufridas entre 1730 y 1736, transformaron por completo un tercio de la isla que era eminentemente agrícola. Desde entonces el ser humano ha creado a lo largo de los siglos un modelo de agricultura único en nuestro planeta. En estas condiciones climáticas y sobre este sustrato volcánico de “hoyos de rofe” se cultivan viñedos y otros cultivos perfectamente adaptados a estos ambientes tan singulares. Pasada la crisis vitivinícola de los siglos pasados a mediados del siglo XX se inicia en Canarias un nuevo período donde junto a las nuevas tecnologías enológicas industriales se rescatan muchas de las variedades de viñas autóctonas que en la actualidad han revitalizado la actividad enológica aparentemente recuperada después del ciclo histórico de declive antes mencionado. Así, la segunda producción agrícola histórica de las islas después de la caña de azúcar, ha vuelto a imponerse como un recurso sólido dentro del sector primario insular.

Las variedades de papas (Fig. 6) también merecen un comentario. Se han contabilizado unas 46 variedades diferentes, de las que muchas podrían corresponder a papas procedentes de Perú y Bolivia llegadas a Canarias poco después del descubrimiento de América (Marrero, 2007). Hay unas 15 variedades que se quiere denominar papas antiguas y están vinculadas a la gastronomía tradicional. En la actualidad hay una clara tendencia a redescubrir las papas canarias después de unas décadas en las que la incorporación de variedades de ciclo corto más productivas fue relegando a las papas tradicionales. Estas joyas de nuestra agricultura se conservan por el esfuerzo y tesón de nuestros campesinos, generación tras generación. Son un producto agrícola con características excepcionales, y por su importancia económica, paisajística y medioambiental, merecen recibir el apoyo de todos nosotros para su conservación y propagación.



Fig. 6. Razas y variedades de la biota criada o cultivada en Canarias. La abeja negra canaria es una de las razas autóctonas de Canarias (arriba izquierda). En La Geria (Lanzarote) crecen variedades de viñas autóctonas perfectamente adaptadas a estos ambientes singulares (arriba derecha). Muchas de las numerosas variedades de papas que se cultivan en las islas podrían corresponder a papas procedentes de Perú y Bolivia que llegaron a Canarias poco después del descubrimiento de América (abajo) (Fotos: V.E. Martín y J. Afonso).

Diversidad específica

Existe un compromiso de las administraciones públicas, emanado del Convenio de Diversidad Biológica de Río de Janeiro de 1992, que recomienda la necesidad de identificar y ordenar toda la información sobre los elementos de la biodiversidad del planeta. En ese sentido, el Gobierno de Canarias publicó en el año 2001 la primera lista de taxones en la que se ha pretendido recopilar todas las especies y subespecies conocidas del medio terrestre de las islas Canarias (Izquierdo *et al.*, 2001). Posteriormente, en 2004 fue publicada una segunda lista de especies actualizada (Izquierdo *et al.*, 2004), y la tercera lista, con los datos recogidos hasta diciembre de 2009, acaba de ser editada (Arechavaleta *et al.*, 2010). En estos listados se incluyen todas las especies y subespecies silvestres de hongos, plantas y animales terrestres de Canarias, pero no las especies domésticas y las que no viven en el medio natural de las islas. El nivel taxonómico inferior considerado es el de subespecie, de modo que las variedades, formas o los híbridos no son incluidos en este catálogo. Con respecto a los taxones del medio marino, la lista inicial recopilada en el año 2003 no ha sido posteriormente actualizada (Moro *et al.*, 2003), a pesar de que resulta muy necesario debido a que con posterioridad a esa fecha han sido numerosas las novedades que se han producido en la biota marina de Canarias (Fig. 7).

Estas listas de taxones resumen lo que es el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias, que fue creado en 1999 a iniciativa del gobierno autónomo, con el propósito de disponer una base de datos con información actualizada sobre todas las especies que componen la biota de Canarias. En el proyecto han participado, entre otros, expertos de las dos universidades canarias, y en la actualidad se encuentra registrada casi toda la biota terrestre y aproximadamente la mitad de la biota marina. Los logotipos del Banco de Datos de Biodiversidad incluyen la silueta de un escarabajo endémico del grupo de los coccinélidos (*Coccinella miranda*) para el ámbito terrestre, y la silueta de un decápodo endémico (*Munidopsis polymorpha*, conocido popularmente como 'jameito') para el ámbito marino (Fig. 7).

El registro de la biodiversidad existente en Canarias ha requerido un importante esfuerzo de actualización continua. Desde que se publicara en 2001 la primera lista de especies terrestres (hongos, animales y plantas) del archipiélago, el conocimiento de la biota ha aumentado a un ritmo extraordinario, debido no sólo a la descripción de nuevas especies, sino también por el hallazgo de otras especies no registradas hasta entonces. El último listado (datos de 2009) incluye un total de 14.884 taxones, que corresponden a 14.254 especies y 630 subespecies. Todos ellos son seres vivos, distintos, que conviven con nosotros. Los listados de 2003 para el

medio marino recopilaron un número bastante inferior, 5.295 taxones (5.232 especies y 63 subespecies), principalmente debido a que el medio marino es mucho más difícil de explorar, y que la vida de los fondos profundos es todavía, en lo que se refiere a los organismos de pequeño tamaño, bastante desconocida. La vida en el mar no termina a la profundidad donde deja de llegar la luz que permite realizar la fotosíntesis a las algas, unos 200 metros en estas latitudes, sino que continúa en aguas más profundas donde la luz no es necesaria. En estos fondos marinos no viven productores primarios pero sí muchos organismos que se encargan de transformar toda la materia orgánica de los seres que mueren más arriba y cuyos restos caen hacia las profundidades. Sobre los seres que viven a pocos metros de profundidad existe un buen conocimiento pero conviene recordar que entre las islas se logran cotas de hasta 3.000 m de profundidad,



Fig. 7. En 2010, el Banco de Datos de Biodiversidad del Gobierno de Canarias publicó la tercera actualización de la Lista de Especies Silvestres de Canarias (Hongos, plantas y animales terrestres 2009) (arriba izquierda). Para la biota marina sólo se ha realizado una primera recopilación en 2003 (arriba derecha). Los logotipos del Banco de Datos de Biodiversidad utilizan la silueta de un escarabajo endémico (*Coccinella miranda*) para el ámbito terrestre (abajo izquierda), y de un decápodo endémico (*Munidopsis polymorpha*) para el marino (abajo derecha). (Imágenes: Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos).

de modo que considerando estas magnitudes pueden darse una idea del inmenso campo de investigación que queda aún por explorar en la biodiversidad del medio marino canario.

Si comparamos el número de especies silvestres que habita en cada isla (Fig. 8), se observa que Tenerife es la isla que alberga un mayor número de especies, es por tanto la más biodiversa. Esto se debe, entre otras cosas, a que es la isla más grande, la más alta, y también la más estudiada. La incorporación del conocimiento biológico de las islas a lo largo del tiempo ha sido mucho más tardía en la mayoría de ellas, que en Tenerife, cuya biodiversidad se comenzó a conocer a principios del siglo XVIII, cuando el clérigo, matemático y naturalista padre Feuillée enviado por la Academia de Ciencias de París vino a Tenerife para medir la altura de El Teide. Fue el primer naturalista que realizó directamente sobre el terreno la descripción y clasificación de algunas de nuestras plantas endémicas.

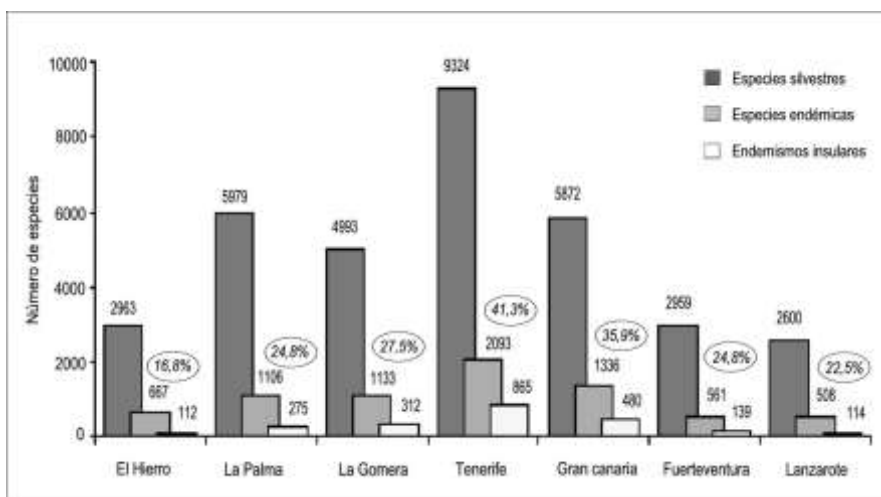


Fig. 8. Datos numéricos de la biota terrestre para cada isla del Archipiélago Canario: especies silvestres, endémicas y endémicas insulares, según la Lista de Especies Silvestres de Canarias (Hongos, plantas y animales terrestres 2009). El porcentaje de endemismos exclusivo de cada isla se indica en el interior de un círculo.

En los siglos precedentes muchas plantas canarias, recolectadas principalmente por viajeros genoveses, flamencos e ingleses, habían llegado a los museos y jardines botánicos europeos recién iniciado el proceso de colonización de las islas Canarias y por razones comerciales. Algunas especies incluso fueron descritas e iconografiadas en tratados botánicos prelinneanos. El botánico Carl Linné tuvo la oportunidad de describir plantas de Canarias sin haber estado nunca en las islas, dado que en el

jardín botánico de Ámsterdam, ciudad donde residía, se cultivaba una colección de plantas canarias llevadas probablemente por mercaderes flamencos responsables de la comercialización del azúcar producido en los ingenios canarios. Por aquellos años, cualquier planta exótica tenía interés, y si resultaba posible, se cultivaba en los jardines botánicos.

En la figura 8 también se puede comprobar como algunas islas relativamente pequeñas como El Hierro, tienen un número superior de endemismos que otras más extensas como Fuerteventura y Lanzarote. Esto se debe, no a que El Hierro haya sido mucho más estudiada, sino a que las islas orientales, Lanzarote y Fuerteventura, han sufrido unos procesos de degradación más intensos que los de la isla meridiana. En este sentido conviene considerar un aspecto cultural. Durante mucho tiempo, nuestros ancestros dispusieron de un modelo de ganadería que pastoreaba indiscriminadamente por los territorios insulares, de manera más o menos cimarrona en busca de su alimentación. Según datos etnológicos recogidos verbalmente de amigos veterinarios la población aborigen del archipiélago debía disponer en la época prehistórica de al menos dos a tres cabezas de ganado para garantizar sus necesidades alimenticias básicas y de subsistencia. Pues bien, teniendo en cuenta que una cabra consume como mínimo del orden de dos kilos diarios de material verde, es posible imaginar la cantidad de alimentación vegetal que rebaños de unas quince mil cabras deambulando por Las Cañadas habrán podido devorar durante algo más de mil quinientos años. Las islas de Fuerteventura y Lanzarote con sus terrenos fuertemente pastoreados y fuertemente degradados, mantienen todavía grandes rebaños de cabras capaces de comer cualquier material con celulosa. La cabra es un animal tan extraordinario que es capaz de transformar en alimento incluso cartón.

Una de las características de nuestra biodiversidad, y sobretodo de la biodiversidad vegetal, es que cada isla cuenta con sus propios endemismos (endemismos insulares), y en ocasiones, cada comarca, también. Teno y Anaga tienen especies que no han sido encontradas en otros lugares, y lo mismo ocurre en Las Cañadas. Las condiciones climáticas y las condiciones geológicas permiten que ocurra un fenómeno, la radiación adaptativa, que promueve la diversificación y la proliferación de especies endémicas a partir de ancestros comunes. Así, entre los endemismos que habitan en El Hierro el 16,8% son exclusivos de esa isla; mientras que es de nuevo la isla de Tenerife la que con un 41,3%, cuenta con un mayor porcentaje de endemismos insulares.

Uno de estos endemismos (Fig. 9), tiene el nombre genérico dedicado a un ilustre políglota y humanista canario, José de Viera y Clavijo, natural de Los Realejos y que venía aquí, al Puerto de la Cruz, a formarse leyendo los libros de la ilustración francesa que llegaban clandestinamente a la isla escondidos en los barcos que realizaban el comercio del vino con los países

Europeos. *Vieria laevigata* es un tipo espectacular de margarita endémica de Masca. Viera fue uno de los primeros canarios que tuvo la gran oportunidad de salir fuera del archipiélago e ilustrarse en sus viajes por Europa, en especial durante su larga estancia en París. Al retornar a Canarias y establecerse en Las Palmas de Gran Canaria creó un gabinete científico donde impartió las primeras clases de ciencias de la naturaleza en Las Palmas de Gran Canaria. La inquisición canaria intentó condenarle en varias tentativas por apartarse de la línea religiosa dogmática de aquel tiempo pero el ilustre enciclopédico dispuso de las necesarias amistades y argumentos para evitar su procesamiento.



Fig. 9. El nombre del ilustre políglota y humanista canario, José de Viera y Clavijo (izquierda), fue utilizado como homenaje para denominar una especie muy espectacular de margarita endémica de Masca, *Vieria laevigata*, de la que se muestran sus inflorescencias (izquierda). (Fotos: Wikipedia y V.E. Martín).

Viera vivió en París, y entre otras cosas, asistió a la recepción de Voltaire en la Academia Francesa. Fue un polígrafo y pensador excepcional. Formó parte de una serie de ilustrados canarios, algunos naturales del valle de La Orotava, que durante las últimas décadas del siglo XVIII tuvieron una especial relevancia política y social en las altas esferas de la corte madrileña. Junto a los Iriarte y a Agustín de Betancourt formó parte de la famosa ‘constelación canaria’ residente en Madrid.

Otro ejemplo de especie con distribución muy restringida es *Lavatera phoenicea* (Fig. 10), una especie de malva de risco, también muy rara que

crece en Anaga y localmente en el Barranco de Cuevas Negras en el municipio de Los Silos. Como buena malvácea, sus flores destacan por sus estambres unidos entre sí en un solo haz, que resulta muy llamativo, por ejemplo en los hibiscos, plantas ornamentales tan frecuentes en nuestros parques y jardines, donde es posible admirar durante todo el año sus espectaculares flores.



Fig. 10. Detalle de las flores de *Lavatera phoenicea*, una especie muy rara de malva de risco (Foto: V.E. Martín).

El grupo de los bejeques del género *Aeonium* reúne un elevado número de endemismos exclusivos en su mayoría de Canarias. Unas pocas especies están presentes en Marruecos o en el cuerno de África, que es uno de esos puntos con los que mantenemos conexiones importantes desde el punto de vista fitogeográfico. *Greenovia dodrentalis* (Fig. 11) es uno de los pasteles de risco o bejeques exclusivos de Teno y Anaga, dos comarcas de la isla Tenerife que constituyen reservorios de elementos exclusivos. Se trata de dos territorios que han estado durante mucho tiempo separados y poco afectados por las grandes erupciones volcánicas y los consiguientes fenómenos geológicos que fueron construyendo la dorsal de la isla y la posterior formación de la gran caldera de Las Cañadas. Junto a estas erupciones los grandes deslizamientos gravitacionales producidos a lo largo de la historia insular contribuyeron a arrasar grandes masas de vegetación y de seres vivos. Sobre estos sustratos nuevos que quedaron al descubierto casi desprovistos de vida, la tranquilidad volcánica y el clima contribuyeron de forma decisiva a la lenta y progresiva recolonización biológica. Por tanto

es necesario remarcar que la lucha biológica de nuestros seres vivos, de nuestros endemismos, ha sido siempre una historia basada en la destrucción y en la reconstrucción. La destrucción ligada a coladas lávicas, lluvias de lapilli o a nubes incandescentes que descendiendo por las laderas del edificio insular destruyeron a su paso, a lo largo de la vida geológica insular, gran parte de un poblamiento biológico que luego tardó miles de años en volverse a recuperar o en evolucionar progresivamente hacia nuevas formas o especies. En ese escenario destructivo, dos islotes en los extremos de la isla, Teno y Anaga, permanecieron poco afectados a las erupciones pero sometidos durante miles de años a la fuerte erosión meteorológica y telúrica responsables de su estructura geomorfológica actual. En estos espacios abruptos, auténticos santuarios biológicos permanecieron numerosas biocenosis intactas desde las cuales se produjeron los fenómenos biológicos responsables de las innumerables recolonizaciones. La capacidad de recuperación biológica es un factor primordial en la dinámica y evolución de los paisajes vegetales.



Fig. 11. *Greenovia dodrentalis* es uno de los pasteles de risco o bejeques exclusivos de Teno y Anaga (Foto: V.E. Martín).

Entre estos endemismos que tienen un área de distribución muy reducido está el anís de Jandía (*Bupleurum handiensis*), que en la figura 12 aparece refugiado en medio de un cardón del hermoso cardonal que existe a



Fig. 12. El anís de Jandía (*Bupleurum handiensis*) creciendo entre las ramas de un cardón canario (*Euphorbia canariensis*) (arriba). El cardón de Jandía (*Euphorbia handiensis*) es exclusivo de esa comarca del sur de la isla y símbolo vegetal de la isla de Fuerteventura (Fotos: V.E. Martín).

media altura en el barranco de Jinámar de Jandía en Fuerteventura. El cardón siempre ha sido una especie de fortaleza en la que otras plantas han encontrado refugio frente a la presión depredadora de los herbívoros.

La toxicidad del látex (leche de cardón) y sus efectos irritantes sobre los ojos ha limitado el ramoneo del ganado entre las ramas del cardón. Esta especie ha sufrido sistemáticamente los efectos brutales de la presión humana. Grandes poblaciones de magníficos ejemplares han sido arrasadas de sus áreas de distribución potencial. Basta recordar como triste ejemplo los miles de cardones destruidos recientemente en los márgenes de la autopista del sur durante las obras de su última ampliación. El cardón es una planta cactimorfa, cuyas hojas se han transformado en espinas. El vertido de su látex en los charcos situados en el mesolitoral costero fue una práctica utilizada por las poblaciones aborígenes para capturar fácilmente peces en estos ambientes de la bajamar al quedar aturdidos como consecuencia de la toxicidad del látex.

El cardón de Jandía (*Euphorbia handiensis*) es el símbolo vegetal de Fuerteventura (Fig. 12), y es exclusivo de esa comarca del sur de la isla. Fue descubierto por otro eminente científico, que aún no he nombrado, que vivió durante muchos años en La Orotava. Se trata del médico, meteorólogo, botánico y naturalista alemán doctor Oscar Burchard, nacido en Hamburgo en 1863 y afincado con su familia en La Orotava, donde falleció en 1949. Burchard gran aficionado a la fotografía, recolectó y estudió muchas plantas canarias en especial el grupo de las crasuláceas endémicas. En su casa situada cerca del barranco de San Antonio logró cultivar en su jardín algunas colecciones de especies endémicas. Recuerdo hace algunos años que Isidoro Sánchez, al que tanto interesa todo lo relacionado con el valle de La Orotava, me acompañó por la Villa para localizar la vivienda de Burchard. Ante mi curiosidad por averiguar su tumba en el cementerio municipal, me dijo Isidoro que al parecer, por su condición de protestante, no se le había dado sepultura en el cementerio público reservado sólo para los católicos. Una ampliación del mencionado recinto había eliminado del espacio no católico las sepulturas de aquellos ciudadanos que no profesaron la religión oficial de la dictadura.

El cardón de Jandía es una planta protegida que en la actualidad ha sido descatalogada del catálogo oficial de plantas amenazadas. Pasa por ese motivo a ser una especie desprotegida en un lugar por donde pasa tanta gente en vehículos de todo tipo por las numerosas pistas que recorren la península de Jandía rumbo a Cofete. Esta circulación incontrolada ha afectado de modo notable a las poblaciones donde hemos podido observar una disminución importante de las mismas. La gente recolecta esta joya natural para llevarla a las casas como planta ornamental. Es un cardón bellísimo, muy espectacular y diferente a nuestro cardón canario. Por su morfología recuerda a los cardones africanos.

Fuerteventura puede ser considerada una prolongación de África en el Atlántico por sus paisajes áridos y su singular vegetación. He tenido la oportunidad de comprobar personalmente en Mauritania las grandes afinidades que existen entre la costa occidental africana con las llamadas islas Purpurarias, Lanzarote y Fuerteventura.

Diversidad ecosistémica

Es la diversidad de las comunidades biológicas (las biocenosis) cuyo conjunto constituye la biosfera. Los instrumentos con los que contamos en la actualidad para la protección de las comunidades biológicas canarias son los contemplados en la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos, Natura 2000 y Reservas de la Biosfera.

La **Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos** se compone de 146 espacios, que en su conjunto constituyen aproximadamente el 40% de la superficie del archipiélago (Fig. 13). La red fue diseñada como un sistema de ámbito regional con el fin de que todas las áreas protegidas se gestionaran como un conjunto, para contribuir a conservar la naturaleza y proteger los valores estéticos y culturales de los espacios naturales. Las distintas categorías de protección que integran esta red son los Parques Nacionales, Parques Naturales, Parques Rurales, Reservas Naturales Integrales, Reservas Naturales Especiales, Monumentos Naturales, Paisajes Protegidos y Sitios de Interés Científico.

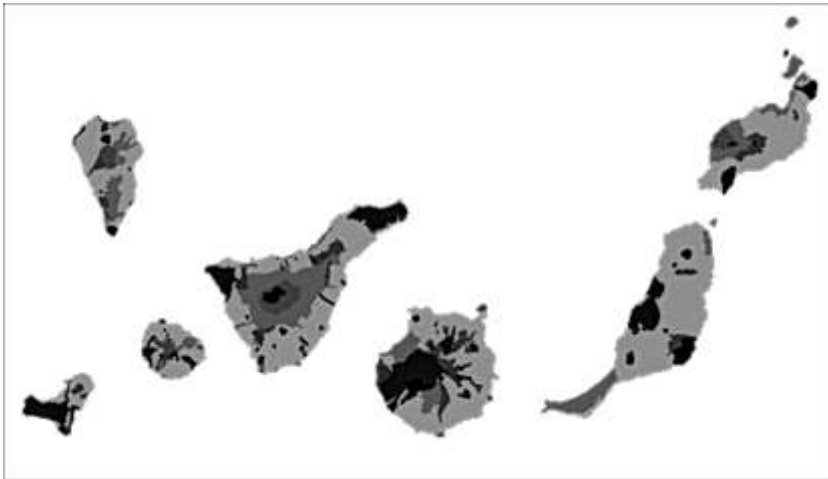


Fig. 13. La Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos está constituida por 146 espacios, con lo que aproximadamente el 40% de la superficie del archipiélago cuenta con algún tipo de protección (Adaptado de Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos).

Natura 2000 es el principal instrumento para la conservación de la naturaleza en la Unión Europea. Se trata de una red de áreas de conservación de la biodiversidad, que tiene como finalidad asegurar la supervivencia de las especies y los hábitats más amenazados por el impacto de las actividades humanas. Está basada en la Directiva Hábitats y obliga a todos los estados miembros de la Unión Europea a determinar Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) que posteriormente conformarán Zonas de Especial Conservación (ZEC). Estas ZEC, junto con las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), conformarán la futura Red Natura 2000. De los 168 hábitats naturales incluidos en la Directiva de Hábitats, 24 se encuentran presentes en el archipiélago canario. Dos de ellos, los seadales y las lagunas costeras son marinos, mientras que los 22 restantes son terrestres.

Por último, Canarias cuenta con cinco espacios incluidos entre las **Reservas de la Biosfera** de la UNESCO: ‘Los Tiles’ en La Palma, y las islas de Lanzarote, El Hierro, La Palma y recientemente Fuerteventura.

Los espacios naturales protegidos de Tenerife permiten ilustrar la actual situación a nivel administrativo. Tenerife, con los criterios de la Unión Europea, cuenta con 4 ZEPAs, 160 comunidades vegetales incluidas en los Hábitats, y 45 LICs (Fig. 14). Además de los espacios terrestres, en los que el número de hectáreas que tiene algún tipo de protección es elevado, de ellos la corona forestal es el espacio natural protegido más extenso de Canarias, hay que destacar los espacios marinos. La franja marina Teno-Rasca, situada al oeste de la isla de Tenerife, pretende proteger las colonias de calderones, que en la actualidad están sometidas a una elevada presión por el turismo dedicado al avistamiento de cetáceos. También merecen ser destacados entre los espacios marinos los seadales del sur de Tenerife y el de San Andrés, pero sobre estos temas les dará cumplida información Javier Reyes, que es el experto número uno en Canarias de seadales.

Para finalizar les he preparado un rápido recorrido virtual por las principales comunidades biológicas presentes en Canarias. En esta proyección las imágenes seleccionadas no se corresponden a una sola isla. Han sido tomadas a lo largo y ancho de las islas. Vamos a iniciar este itinerario cerca del mar, con las comunidades influenciadas por el ambiente marino, para ir pasando progresivamente por los distintos pisos bioclimáticos hasta alcanzar la alta cumbre canaria en la cima del pico del Teide.

Iniciamos la ruta en el saladar de La Santa en Lanzarote (Fig. 15), para mí uno de los mejor conservados de Canarias. Está condicionado por la oscilación de las mareas, de modo que puede verse en las pleamares casi totalmente inundado por el mar, o completamente expuesto al aire en las bajamares. En este saladar están representadas la mayor parte de las

especies del saladar canario. Numerosas colonias de aves viven en este espacio. Espectacular es el amplio saladar de Morro Jable en el Sotavento de Fuerteventura pero lamentablemente está seriamente afectado por una acción antrópica constante (Fig. 15).

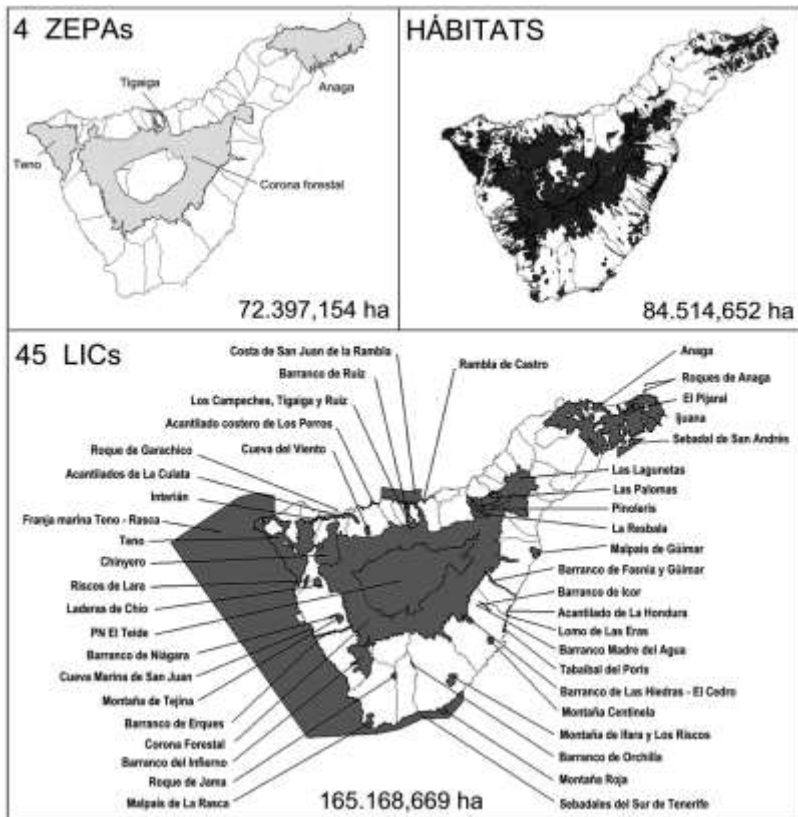


Fig. 14. Los espacios protegidos de la isla de Tenerife de la Red Natura 2000, se agrupan en 4 ZEPAs (Zonas de Especial Protección para las Aves), 160 comunidades vegetales incluidas en la Directiva Hábitats, y 45 LICs (Lugares de Interés Comunitario).

En los ambientes más áridos de las islas orientales ocasionalmente pueden darse sorpresas espectaculares. En estos territorios costeros en los años de lluvias abundantes (Fig. 16), germinan plantas que durante años pueden pasar casi desapercibidas. Esta germinación simultánea de millones de semillas, que han permanecido en estado reposo sobre el suelo a los pocos días después de las precipitaciones torrenciales, y crecen rápidamente y florecen dotan al paisaje de un tapiz multicolor. Es un fenómeno típico de los desiertos cuando la lluvia ocasional llena de vida efímera al paisaje. De pronto todo se vuelve verde y colorido. Pasados unos pocos días vuelve el



Fig. 15. Los saladares son comunidades terrestres que son inundadas regularmente por el mar, constituyendo comunidades con un elevado valor ecológico sobretodo para las aves. El saladar de La Santa en Lanzarote (arriba), y el de Sotavento en Fuerteventura (abajo) son de los más hermosos de Canarias (Fotos: V.E. Martín).

desierto a recuperar su aridez extrema y sólo permanecen sobre la superficie, como testimonios, los restos secos de esta vegetación fugaz.



Fig. 16. En un año de abundantes lluvias germinan simultáneamente millones de semillas que estaban en reposo en el suelo, transformando por pocos días el paisaje desértico de algunas zonas de Fuerteventura (Foto: V.E. Martín).

Tabaibales y cardonales han caracterizado y aun caracterizan algunos importantes espacios de los territorios insulares. En Teno, en Anaga, en el Andén Verde en Gran Canaria, por sólo citar algunos ejemplos, es posible contemplar abundantes laderas y acantilados poblados de grandes cardonales. En el occidente de El Hierro, es posible admirar uno de los más hermosos tabaibales que se conservan en Canarias, el llamado ‘tabaibal manso’ caracterizado por sus hermosos ejemplares de tabaibas dulces o mansas (*Euphorbia balsamifera*) (Fig. 17). Los grandes espacios occidentales de la isla de El Hierro albergan unas formaciones vegetales naturales sobre sus jóvenes cráteres y corrientes volcánicas de pujanza excepcional. En los días tranquilos sólo turbados por la brisa, en estas extensas soledades el silencio es el protagonista. Desde mi punto de vista particular he disfrutado de estas sensaciones en la isla meridiana y en noches estrelladas o atardeceres y amaneceres vividos en Las Cañadas del Teide. Ha sido, de alguna forma, como comulgar con la Naturaleza en un

sentido estrictamente metafórico. El silencio es un bien escaso en una sociedad de consumo caracterizada por el ruido, el griterío humano, el despilfarro de recursos y la contaminación lumínica. En Teno también es posible reconocer bellos paisajes en los que los cardones (*Euphorbia canariensis*) son los protagonistas principales (Fig. 17).

Hermosos palmerales, como los del barranco del Malnombre o el de Fataga en Gran Canaria (Fig. 18) pueden ser observados en algunas islas. Desde mi punto de vista, y sin despreciar a los de las restantes islas hermanas, Gran Canaria alberga los mejores palmerales de Canarias, conservados casi seminaturales principalmente en la partes centrales y meridionales de la isla. La palmera (*Phoenix canariensis*) fue designada en su día por el Parlamento de Canarias como símbolo vegetal del archipiélago canario. Sin embargo, para promocionar las islas se utilizó en tiempos recientes un logotipo basado en una imagen distorsionada de la especie exótica natural de Sudáfrica *Strelitzia reginae*, especie introducida como planta ornamental en Tenerife por los años cuarenta del pasado siglo. Considero un deber fundamental defender como símbolo oficial en toda la publicidad referida a nuestra comunidad autónoma a la verdadera representante de nuestra identidad: la palmera canaria.

Les contaré una anécdota. Hace unos años la Sociedad Botánica Italiana me invitó a dar una conferencia en la Academia de Ciencias de Roma. El último día de mi estancia en la capital italiana lo aproveché para volver a visitar la basílica de San Pedro en el miniestado del Vaticano. Entre muchas, hubo dos cosas que me llamaron poderosamente la atención. La primera fue La Piedad de Miguel Ángel. Me ha sido siempre difícil de comprender como una persona humana con la imaginación brotada de su cerebro, usando un martillo y un cincel haya sido capaz de elaborar a partir de una piedra de mármol de alta calidad una obra artística tan bella y sublime. Y la otra fue que cuando ascendí a la parte más alta de la cúpula de San Pedro, cual sería mi sorpresa al ver que en los jardines del Vaticano había un palmeral canario. Los papas han estado disfrutando pues de la sombra y de la belleza de las palmeras canarias durante muchos años. He tenido la suerte de contemplar a nuestra palmera en muchos lugares de Europa, en Japón, en Egipto, en Hawai, en Andalucía etc. Es sin duda la planta que mejor nos representa, la majestuosa palmera canaria. En Tenerife todavía se conservan también algunos palmerales importantes. Probablemente uno de los más bonitos es el palmeral del barranco de Salazar en San Andrés (Fig. 18). El palmeral llega a asociarse con un sauzal con fayas instalado sobre un arroyo de aguas permanentes que discurre por un barranquillo, en cuyas laderas crecen tabaibas, cardones y brezos. Este lugar es como un libro abierto de la naturaleza canaria que suelo visitar con frecuencia con los alumnos. Allí quedan sorprendidos de que aún existan parajes como éste en Tenerife.



Fig. 17. Enormes ejemplares de tabaibas dulces (*Euphorbia balsamifera*) en el tabaibal de La Restinga en El Hierro, uno de los más hermosos tabaibales que se conservan en Canarias (arriba). Los cardones (*Euphorbia canariensis*) son los protagonistas principales en algunas localidades, como Teno en Tenerife, donde se conservan bellos cardonales (Fotos: V.E. Martín).



Fig. 18. La palmera (*Phoenix canariensis*) es el símbolo vegetal del archipiélago canario, y aún se conservan hermosos palmerales seminaturales, como el del barranco del Malnombre en Gran Canaria (arriba) y el del barranco de Salazar en San Andrés, Tenerife (abajo) (Fotos: V.E. Martín).

En nuestro progresivo recorrido de ascenso por los pisos bioclimáticos alcanzamos las comunidades de sabinares, como el de Afur, en Anaga (Fig. 19). La sabina canaria (*Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*) es un arbusto que crece en la zona de transición entre el matorral costero y el monteverde o el pinar. El sabinar es una de las formaciones que ha resultado más degradada por la acción humana especialmente después de la conquista, por el valor de su madera. En la actualidad, sólo quedan restos de sabinares que ocupan pequeñas extensiones, los mejores en el noroeste de El Hierro y La Gomera. En Tenerife quedan el de Afur y el de Punta de Anaga.

El monteverde húmedo está situado donde la influencia del mar de nubes se hace notar con más intensidad y los suelos están más desarrollados. En el parque rural de Teno se puede observar lo que queda del monteverde del Monte del Agua (Fig. 19). Aquí son comunes especies como el loro (*Laurus novocanariensis*), el viñático (*Persea indica*), el acebiño (*Ilex canariensis*) o el til (*Ocotea foetens*). El sotobosque también es muy diverso con especies como la cresta de gallo (*Isoplexis canariensis*), la malfurada (*Hypericum grandifolium*) o el bicacaro (*Canarina canariensis*), además de helechos, musgos, líquenes y hongos.

Llegamos al pinar. El pinar genuino de las islas es una formación caracterizada por el pino canario (*Pinus canariensis*), que crece por encima de la zona de nubes del monteverde. Existen pinares naturales en las islas de Gran Canaria, Tenerife, La Palma y El Hierro. El pinar ha sufrido a lo largo de la historia y de forma reiterada, incendios, distintos tipos de explotación y extensas repoblaciones, que han ido modificando su paisaje natural; además de reforestaciones con pinos foráneos. En La Palma el pinar canario constituye la principal formación forestal de la isla y, a pesar de los incendios, conserva viejos ejemplares de pino, de los mejores del archipiélago. La presencia del pino canario en materiales volcánicos recientes pone de manifiesto no sólo su capacidad colonizadora sino también la gran adaptación de la especie a estos ambientes tan exigentes. El pinar en los alrededores del volcán de San Juan (Fig. 20), originado en la erupción de 1949, es ilustrativa de esta singularidad. Sobre la erupción posterior ocurrida en La Palma, la del Teneguía en 1971, puedo contar una anécdota de Telesforo Bravo. Yo tenía que ir a un congreso a Barcelona por los días en los que se habían iniciado los ligeros movimientos sísmicos que precedieron a la erupción. El laboratorio de botánica en la universidad y el despacho de Telesforo estaban puerta con puerta y nos veíamos con mucha frecuencia. Cuando me despedí, Telesforo me dijo: “cuando vuelvas de Barcelona tendremos un volcán; no sé si va a ser en el sur de Tenerife o en La Palma”. Y fue, justamente cuando entraba en el hotel de Barcelona, cuando vi en el televisor la primicia informativa de la erupción del Teneguía.



Fig. 19. El sabinar de Afur, en Anaga (arriba), es actualmente una de las escasas comunidades que se conservan de sabina canaria (*Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*) en Tenerife, una formación muy degradada por el valor de su madera. En el monteverde del Monte del Agua (abajo), en el parque rural de Teno, se conservan muchos de los árboles más característicos del monteverde húmedo (Fotos: V.E. Martín).



Fig. 20. El pinar de pino canario (*Pinus canariensis*) ocupando materiales volcánicos recientes, como los alrededores del volcán de San Juan en La Palma (arriba), es indicativo de la gran capacidad colonizadora y de adaptación de esta especie a ambientes tan difíciles. En algunas zonas de Las Cañadas, la hierba pajonera (*Descurainia bourgaeana*) es muy abundante y aparentemente le está ganando espacio a la retama del Teide (*Spartocytisus supranubius*), la especie más abundante del Parque Nacional (Fotos: V.E. Martín).

Los matorrales más extensos de la alta montaña canaria, se encuentran en las cumbres de La Palma y en las de Tenerife. Especies endémicas de esos territorios dan carácter al paisaje vegetal de estas cumbres. En los matorrales de Las Cañadas la hierba pajonera (*Descurainia bourgaeana*) le está ganando espacio actualmente a la retama del Teide (*Spartocytisus supranubius*) (Fig. 20). Esta crucífera es un magnífico pasto, y al no haber ganado que la consuma y tener una producción de semillas muy superior he observado en estos últimos años como le va ganando territorio a la retama. Pero aún así, la retama sigue siendo la especie más abundante en el Parque Nacional del Teide.

Por último, no quiero dejar de hacer una referencia a una especie muy llamativa del Parque Nacional del Teide, el tajinaste rojo (*Echium wildpretii*) (Fig. 21) cuyo epíteto específico fue dedicado por el botánico suizo Hermann Christ a mi bisabuelo Hermann Wildpret. Mi bisabuelo pasó 36 años al frente del Jardín de Aclimatación de La Orotava. Fue el alma del jardín y su trabajo y sus relaciones internacionales y locales contribuyeron de manera decisiva a elevar el prestigio de esta institución a nivel internacional. El tajinaste rojo es, sin duda, una de las plantas más hermosa y sorprendente de la biota de Canarias.



Fig. 21. El tajinaste rojo (*Echium wildpretii*) lleva el nombre en honor de Hermann Wildpret, bisabuelo del autor (Foto: V.E. Martín).

Para finalizar

De acuerdo con el profesor Edward O. Wilson mantener la diversidad biológica es la clave para mantener el mundo tal como lo conocemos en la actualidad. Cuando la vida en un determinado lugar concreto ha sido destruida por una catástrofe pasajera puede restablecerse de nuevo si se dan las condiciones ambientales necesarias para que los restos de biodiversidad inicien sus procesos de recuperación. Para garantizar nuestra supervivencia necesitamos conservar la biodiversidad de la naturaleza.

Como diría Piaget, cada vez que comienza una nueva etapa en la vida, se sube un nuevo escalón del tramo de la escalera que representa cada vida personal. Experimentaremos cambios, incertidumbres, dudas, progresos, y en definitiva seremos más útiles. Tratemos de ser inmortales, transmitiendo a otras generaciones el conocimiento correcto de lo que hay que hacer.

Post scriptum – Quiero agradecer al profesor Julio Afonso el tremendo esfuerzo realizado en transcribir el texto original de la grabación de mi conferencia y los textos y figuras de la presentación realizada en el modelo ‘punto fuerza’ tan al uso en los tiempos que corren. Asimismo, debo reconocer el acierto de la incorporación de una serie de imágenes que mejoran la presentación original. Al leer con detenimiento el texto transcrito decidí mejorarlo para corregir algunos disparates que involuntariamente se escaparon de mi mente en la presentación oral y al mismo tiempo revisar la sintaxis del texto. Ello me ha llevado a incorporar novedades en el contenido del escrito.

Alexander von Humboldt le manifestó a su editor alemán barón Cotta, quién planeaba comercializar los textos de la enorme cantidad de charlas populares que el ilustre científico pronunciaba al año, la siguiente frase: ‘la palabra hablada no está en condiciones de publicación si no ha sido revisada, refinada y tamizada’. Nunca se publicaron sus charlas. En mi caso he accedido a la petición del Prof. Afonso con gusto siguiendo las recomendaciones del ilustre naturalista prusiano. Muchas gracias Julio.

Referencias

- AFONSO-CARRILLO, J. (2003). Bajíos y algas marinas de Puerto de la Cruz: una historia de la botánica marina en Canarias *Catharum* 4: 14-27.
- ARECHA VALETA, M., S. RODRÍGUEZ, N. ZURITA & A. GARCÍA, coord. (2010). *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres. 2009*. Gobierno de Canarias. 579 pp.
- HAUSEN, B.M. (1988): Die Inseln des Paul Langerhans. Eine Biographie in Bildern und Dokumenten. Ueberreuter Wissenschaft, Wien.
- IZQUIERDO, I., J.L. MARTÍN, N. ZURITA & M. ARECHA VALETA, eds. (2001). *Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales*

- terrestres*) 2001. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente Gobierno de Canarias, 437 pp.
- IZQUIERDO, I., J.L. MARTÍN, N. ZURITA & M. ARECHAVALETA, eds. (2004). *Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres) 2004*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial. Gobierno de Canarias, 500 pp.
- JOLLES, S. (2002). Paul Langerhans. *Journal of Clinical Pathology* 55: 243.
- LOVELOCK, J. (2007). *Las edades de Gaia. Una biogeografía de nuestro planeta*. Tusquets Editores. 266 pp.
- MACHADO, A. (2002). Capítulo 7. La biodiversidad de las islas Canarias. En Pineda, F.D., de Miguel, J.M., Casado, M.A. & Montalvo, J. (coord.-ed.) *La diversidad biológica de España*. Pearson Educación, S.A., Madrid, 432 pp.
- MARRERO, A. (2007). Cultivos tradicionales de papas en Canarias: la otra biodiversidad. *Rincones del Atlántico* 4: 262-273.
- MORO, L., J.L. MARTÍN, M.J. GARRIDO & I. IZQUIERDO, eds. (2003). *Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales) 2003*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. 248 pp.
- PUNSET, E. (2008). Gracias a la vida, la Tierra es como es. Charla con James Lovelock, químico medioambiental, creador de la Teoría de Gaia. Blog de Eduard Punset. <http://www.eduardpunset.es/charlas>
- Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos.
<http://www.gobcan.es/cmayer/espaciosnaturales/index.html>
- VARIOS AUTORES (2003). Abeja Negra Canaria, recuperar un tesoro. *Canarias Agraria y Pesquera* 69: 1-36.
- WILSON, E.O. (2002). *El futuro de la vida*. Ed. Galaxia Gutenberg, Barcelona, 320 pp.

5. Sebadales: explosión de biodiversidad en desiertos de arena submarinos

Javier Reyes

*Departamento de Biología Vegetal (Botánica),
Universidad de La Laguna
jareyes@ull.es*

Gracias a la invitación del Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias, y especialmente a Julio Afonso, he tenido la ocasión de participar en la VI Semana Científica Telesforo Bravo (22 al 26 de noviembre de 2010). Esta VI Semana Científica dedicada a la Biodiversidad, como red vital de la que formamos parte, me ha permitido mostrar la rica biodiversidad que alberga uno de los ecosistemas marinos más productivos de los fondos de las islas Canarias: los sebadales. Estas praderas de hierbas marinas que aparecen en fondos de arenas estables de regiones templadas y tropicales del planeta son considerados auténticos oasis de biodiversidad, y juegan un importante papel ecológico en el medio marino. En estas praderas se establecen redes tróficas complejas en las que participan numerosas especies de algas, invertebrados y vertebrados que dependen directa o indirectamente de las fanerógamas marinas. En este trabajo se muestran las principales características de Cymodocea nodosa, su distribución en los fondos de Canarias, su comportamiento a lo largo del año, así como la flora y la fauna marinas asociadas con las estructuras vegetativas (hojas, rizomas y raíces). En las siguientes páginas presento un resumen con las consideraciones más relevantes sobre este ecosistema marino, que fue objeto de estudio tanto de mi Tesis de Licenciatura como de mi Tesis Doctoral, a las que he dedicado muchos años de investigación. Sirvan estas líneas para poner de relevancia la importancia de los sebadales a través de su conocimiento, y la necesidad de su preservación para las generaciones futuras como auténticas reservas marinas.

Una gran variedad de especies de algas colonizan los fondos rocosos de las islas Canarias, tapizando de múltiples colores rocas y plataformas volcánicas. No obstante, en los fondos marinos canarios existen grandes extensiones ocupadas por sedimentos que quedarían desprovistos de vegetación, conformando verdaderos desiertos submarinos, si no fuera por un grupo de fanerógamas de origen terrestre que en el transcurso de la evolución colonizaron nuevamente el medio marino.

De las plantas vasculares, cuyos ancestros abandonaron el mar hace unos 400 millones de años (Raven, 1977), sólo un pequeño grupo de vegetales retornó y viven, en la actualidad, totalmente sumergidos en fondos sedimentarios. Este paso evolutivo hacia el medio marino tuvo lugar hace unos 100 millones de años, en el Cretácico, cuando el océano Atlántico estaba en pleno proceso de expansión y las islas Canarias comenzaban a levantar sus cimientos en los fondos oceánicos y sólo eran montes submarinos.

En base a evidencias fósiles (den Hartog, 1970), estas hierbas marinas pudieron evolucionar a partir de formas xerófitas de marismas, de plantas próximas a la familia de las gramíneas.

Para poder adaptarse al medio marino, este grupo de fanerógamas debieron adquirir a lo largo de miles de años la capacidad de vivir totalmente sumergidas en agua de mar, la tolerancia a su alta salinidad, un sistema eficaz para el anclaje en fondos sedimentarios inestables, y un polen de tipo filamentosos, capaz de ser transportado por el agua, en ausencia de vientos e insectos polinizadores. Estos dispositivos innovadores permitieron a las fanerógamas marinas ocupar los fondos inestables de sedimento y convertirse en nuevos competidores para las que, hasta entonces, habían sido las protagonistas de la vida vegetal marina: las algas. No obstante, uno de los principales factores limitantes para el crecimiento de estas plantas, al igual que para cualquier organismo fotosintético, es la luz. Por término medio, se ha observado que las fanerógamas marinas no pueden desarrollarse por debajo de una profundidad a la que llega menos del 10% de la luz solar, por lo que siempre ocupan lugares someros en las plataformas insulares y continentales. Dependiendo de la transparencia del agua pueden alcanzar hasta profundidades cercanas a los 70 metros, aunque lo normal es que no superen los 15-20 metros de profundidad.

El desarrollo de estas adaptaciones al medio ha supuesto en todas las especies de fanerógamas marinas la adquisición de un patrón morfológico común. Se trata de plantas provistas de un complejo sistema de rizomas o tallos subterráneos de crecimiento clónico, aunque puedan recurrir a la reproducción sexual a partir de la producción de frutos. Los rizomas pueden disponerse horizontal o verticalmente. Los rizomas horizontales son los responsables de colonizar nuevos espacios, principalmente en los bordes de las praderas submarinas. Los verticales, más frecuentes en las zonas

centrales de las praderas, evitan que las plantas queden sepultadas por procesos de sedimentación. Ambos tipos de rizomas no tienen una diferenciación definitiva, y en caso de necesidad, pueden adoptar el otro tipo de crecimiento. De los rizomas se desarrollan grupos de raicillas, con las que la planta se fija al sustrato y absorbe los nutrientes.

De la parte distal de los rizomas verticales surgen las hojas, las cuales son generalmente largas y acintadas (excepto las hojas ovaladas del género *Halophila*, o las cilíndricas de *Syringodium*), y dispuestas formando pequeños haces terminales. En los rizomas se reconocen nudos (cicatrices originadas por la caída de las hojas) y entrenudos (intervalo de tallo entre dos nudos) más o menos largos en función de la estación.

Las fanerógamas marinas pueden desarrollar inflorescencias o flores en determinadas épocas del año. Tienen en común su pequeño tamaño y el hecho de no ser llamativas, por lo que suelen pasar inadvertidas. El proceso de floración es raro en algunas especies, predominando en la mayoría la reproducción vegetativa por el crecimiento de los rizomas. Esto trae como consecuencia una escasa diversidad genética en las praderas lo que las hace más frágiles ante situaciones adversas.

De las más de doscientas mil especies de angiospermas que existen en la actualidad tan sólo cincuenta y ocho especies pertenecen a este grupo de las fanerógamas marinas, todas ellas monocotiledóneas, agrupadas en dos familias (Potamogetonaceae e Hydrocharitaceae) y en 12 géneros diferentes (den Hartog & Kuo, 2006). Aunque la mayoría de las praderas son monoespecíficas, en algunas pueden llegar a convivir hasta una docena de especies. Se encuentran en todas las latitudes excepto en la Antártida, aunque la mayor riqueza de especies aparece en las zonas tropicales. La mayoría de ellas crecen enraizadas en arenas o fangos, pero algunas pueden crecer sobre rocas.

A pesar del reducido número de especies, estas hierbas desempeñan un importantísimo papel en el medio marino, constituyendo uno de los ecosistemas litorales más productivos e importantes de los mares templados y tropicales del mundo, conocidos generalmente con el nombre de praderas marinas (Fig. 1). Se estima que cubren unos 600.000 km² de fondos con sedimentos en todo el planeta y son responsables de una producción de unos 600 millones de toneladas de carbono al año y del 15% de la absorción del CO₂ del total de organismos marinos, por lo que son indispensables para la reducción de los niveles de este gas y del incremento del efecto invernadero atmosférico (Luque & Templado, 2004).

Estas formaciones vegetales intervienen en el control de los ciclos biogeoquímicos del litoral, interviniendo en el reciclaje de los nutrientes y siendo responsables de una elevada producción de oxígeno y de materia orgánica, que exportan a otros ecosistemas litorales. Además, disminuyen el hidrodinámica marina, minimizando la erosión costera. La elevada densidad

de hojas aumenta la retención de partículas en suspensión, favoreciendo una mayor transparencia en las aguas. El entramado de rizomas y raíces contribuye a la estabilización de los sedimentos, evitando su pérdida en aguas más profundas (Marbà & Duarte, 1994). Pueden considerarse como bioindicadoras de la calidad de las aguas. Constituyen el hábitat para muchas especies, siendo sus hojas, rizomas y raíces guarderías de muchas fases juveniles que encuentran en ellas un lugar para pasar inadvertidas de los depredadores y, asimismo, son un lugar de reproducción y puesta de numerosas especies. Por todo ello, son consideradas como importantes refugios para la biodiversidad.



Fig. 1. Detalle de una pradera de *Cymodocea nodosa* ocupando grandes extensiones de fondos arenosos someros.

En zonas donde las praderas marinas se extienden en grandes superficies costeras, estas hierbas han sido utilizadas con fines muy diversos, como materia prima en cestería y para la obtención de papel. En usos químicos, para la obtención de sales y sosa a partir de sus cenizas y para la obtención de nitrocelulosa. Como combustible para la obtención de calor, como relleno para colchones, almohadas, tapicería y en empaquetados, para la obtención de compost, como fertilizante, aislante térmico y de sonidos, para la construcción de diques artificiales artesanales, como filtro biológico en el tratamiento de aguas residuales, como estabilizadores de sedimento en tramos de costa, como pasto para el

ganado, como recurso alimenticio y medicinal para humanos, entre otros (McRoy & Helfferich, 1980).

En las costas europeas atlánticas y del Mediterráneo existen seis especies de fanerógamas marinas: *Zostera marina* Linnaeus, *Zostera noltii* Hornemann, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, *Halophila stipulacea* (Forsskal) Ascherson y *Halophila decipiens* Ostenfeld (den Hartog, 1970). De todas ellas, sólo *Zostera noltii*, *Halophila decipiens* y *Cymodocea nodosa* crecen en Canarias.

Distribución y requerimientos ecológicos de *Cymodocea nodosa*

El género *Cymodocea* König agrupa cuatro especies (*C. angustata*, *C. rotundata*, *C. serrulata* y *C. nodosa*) y presenta una amplia distribución geográfica por mares tropicales y subtropicales. De ellas, *Cymodocea nodosa* se distribuye ampliamente en el Mar Mediterráneo, sin entrar en el Mar Negro. En el Atlántico, se encuentra en las costas del sur de la Península Ibérica (Portugal y Andalucía) y en las costas del noroeste de África hasta Mauritania, alcanzando su límite meridional en Senegal. Además, está también presente en Madeira y Canarias (Fig. 2a) (Reyes *et al.*, 1995a; Wirtz, 1995).

En las islas Canarias, *Cymodocea nodosa* es la especie más común, formando amplias praderas conocidas con el nombre de seadales o manchones, que constituyen el ecosistema marino más importante en los fondos de sedimentos de las islas (Afonso-Carrillo & Gil-Rodríguez, 1980; Reyes, 1993).

Los seadales se localizan, principalmente, en las bahías protegidas al este, sureste, sur y suroeste de casi todas las islas. En las costas norte están ausentes, salvo en enclaves especiales, debido a la mayor exposición al oleaje e inestabilidad de los fondos de arena. No obstante, estas praderas marinas son más abundantes en las islas orientales (La Graciosa, Lanzarote y Fuerteventura) y centrales (Gran Canaria y Tenerife), al presentar mayores plataformas insulares sumergidas y mayor cantidad de sedimentos. Por el contrario, en las islas occidentales, los fondos son más rocosos y abruptos, los fondos de sedimentos con cierta estabilidad son escasos y sus plataformas insulares son más reducidas. Esto motiva el menor número de praderas y la reducida extensión de las mismas en la isla de La Gomera, y su presencia sólo en ambientes portuarios en El Hierro y La Palma (Fig. 2b) (Reyes *et al.*, 1995a; Barquín *et al.*, 2005).

Cymodocea nodosa vive enraizada en el sedimento, y su ciclo de vida transcurre totalmente en el mar. Por ello, sus principales requerimientos ecológicos son estar completamente sumergida, disponer de suficiente

iluminación y de un sustrato adecuado donde crecer. Esta planta marina es típicamente colonizadora, y presenta una amplia tolerancia ambiental. Soporta grandes variaciones de salinidad, pudiendo encontrarse desde zonas de estuarios de ríos con salinidad próxima al 10‰ hasta lagunas costeras cerradas, con salinidad cercana al 45‰. No obstante, en ambos límites, las plantas muestran problemas metabólicos, disminuyen la fotosíntesis y su productividad descende. Su rango de salinidad óptimo oscila entre los 30-37‰.

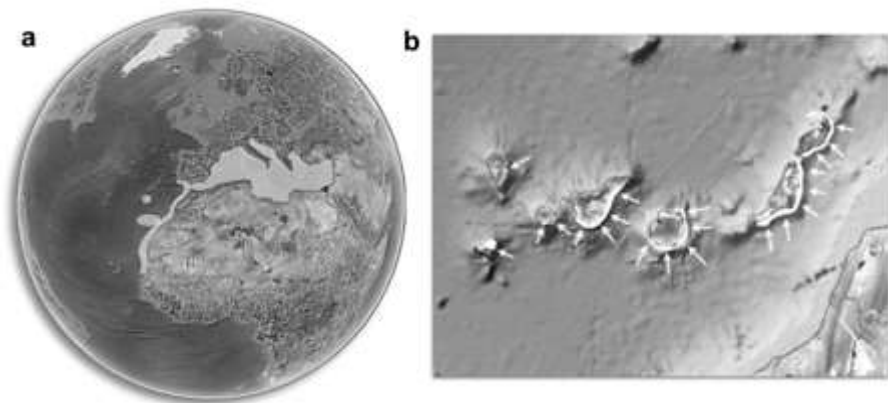


Fig. 2. (a) Distribución mundial de las praderas de *Cymodocea nodosa*. (b) Distribución de los sebaedales en las islas Canarias (Mapas adaptados de Google Earth).

En cuanto a la luz, necesita un mínimo de radiación lumínica para realizar la fotosíntesis, superior al 11% de la que incide en superficie, por lo que podemos encontrarla creciendo desde charcos intermareales hasta unos 30 metros de profundidad. La cantidad de partículas en suspensión condiciona la turbidez de las aguas, generando un efecto reductor sobre la luz que penetra hacia el fondo. En cuanto a la tipología del sustrato, podemos encontrarla principalmente en fondos arenosos o arenoso-fangosos y, más raramente, en fondos arenoso-rocosos, tanto pobres como ricos en materia orgánica. Puede tolerar ciertas condiciones de anoxia en el sedimento y concentraciones superiores de sulfuro de hidrógeno en el agua intersticial que otras fanerógamas marinas (Marbà & Terrados, 2004).

La intensidad de la dinámica marina es otro de los factores ambientales que puede limitar el establecimiento de estas hierbas. En lugares donde las corrientes son muy fuertes o la intensidad del oleaje es muy alta, el sustrato se vuelve inestable, provocando que la tasa de enterramiento sea superior al crecimiento de los rizomas verticales, o bien, que la pérdida de sedimento por erosión sea tan grande que las semillas o los rizomas horizontales no

tengan tiempo para desarrollar una pequeña mancha y terminar de culminar su ciclo de vida. Las praderas mejor estructuradas se desarrollan al abrigo del oleaje en ensenadas o costas protegidas del efecto dominante de las corrientes. En función de la dinámica marina, los seadales pueden adquirir estructuras espaciales distintas. Hasta profundidades de unos 10 metros, pueden desarrollar ‘manchones’ de dimensiones variables. Estos manchones pueden quedar delimitados por escalones de sedimento que dejan visibles el entramado de rizomas y raíces de esta fanerógama marina. A mayores profundidades, se pueden establecer praderas continuas con coberturas cercanas al 100%. A medida que disminuye la luz, las praderas se vuelven más laxas y *Cymodocea nodosa* es sustituida por algas verdes de los géneros *Caulerpa* (*C. prolifera* y *C. racemosa*) y *Penicillus* (*P. capitatus*), que pueden dominar los fondos de arena hasta unos 50 metros de profundidad.

Morfología de los órganos vegetativos: hojas, rizomas y raíces

Cymodocea nodosa es una planta marina perenne. Presenta un rizoma rampante ramificado del que parten las raíces y los rizomas erectos. De estos últimos, ramificados o no, surgen hojas agrupadas en haces y con vainas desarrolladas en sus bases. Las raíces son adventicias, como en todas las monocotiledóneas, de color blanquecino, y se forman a nivel de los nudos de los rizomas. En los rizomas horizontales, las raíces surgen generalmente en la superficie inferior, mientras que en los rizomas verticales se forman en cualquier dirección a partir de un nudo. Las raíces primarias se forman generalmente en los rizomas horizontales, siendo éstas las que fijan más eficazmente la planta a la arena.

Los rizomas son herbáceos, cilíndricos y con ramificación monopodial. Según el crecimiento que presentan, se pueden diferenciar dos tipos: horizontales (plagiótropos) y verticales (ortótropos). Los rizomas plagiótropos primarios emiten regularmente rizomas laterales de crecimiento ortótropo. Ambos tipos de rizomas tienen un crecimiento reversible y presentan nudos y entrenudos sucesivos. Generalmente la longitud media de los entrenudos en los rizomas plagiótropos es mayor y más constante que en los ortótropos.

Cada una de las hojas posee una vaina en su base, considerada como una continuación proximal de la lámina foliar. Las hojas en desarrollo quedan protegidas por las vainas de las hojas maduras del mismo haz. Es habitual que las láminas foliares se desprendan antes que las vainas y que se observen, por tanto, varias vainas superpuestas envolviendo el rizoma en crecimiento. Cuando una hoja se desprende permanece su cicatriz en el rizoma y 10-14 escámulas marrones muy pequeñas que pronto se

desprenden. En el punto de unión vaina-lámina foliar y en la cara interna se forma la lígula o pequeña lengüeta, que se prolonga lateralmente formando dos aurículas agudas opuestas. Las hojas son alternas, dísticas y crecen a partir de un meristemo basal. Las láminas foliares son acintadas y su ápice es redondeado, con pequeños dientes marginales. En la superficie de la lámina foliar se distinguen 7-9 nervios paralelos, que confluyen en la región apical (Figs 3, 4) (Reyes, 1993; Reyes & Sansón, 1994).

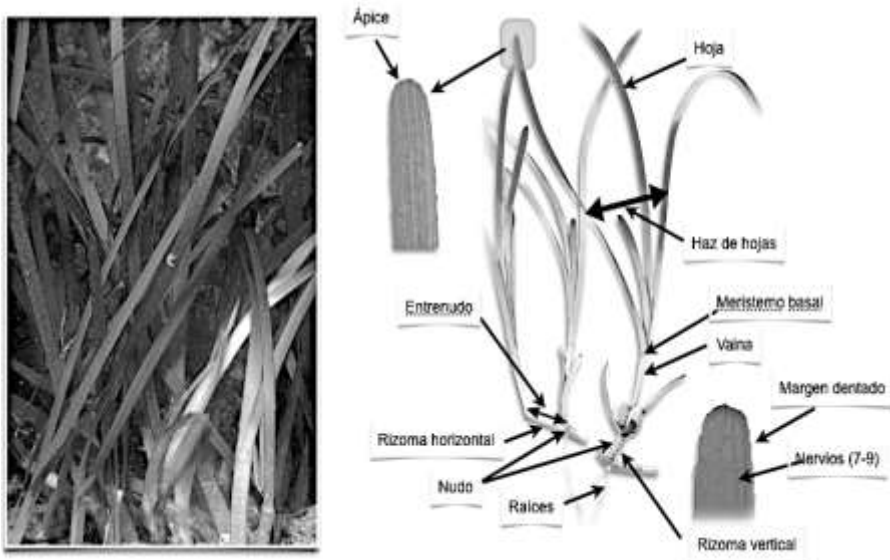


Fig. 3. Detalle de las hojas acintadas de *Cymodocea nodosa* y dibujo esquemático de las estructuras vegetativas de la planta.

Morfología de los órganos reproductores: flores y frutos

Cymodocea nodosa es una especie dioica. Las plantas masculinas y femeninas pueden crecer entremezcladas aunque, generalmente, tienden a formar grandes manchas sólo constituidas por individuos de uno u otro sexo. Las flores son solitarias y unisexuales, y no interrumpen el crecimiento del rizoma.

Las flores masculinas son muy simples (Fig. 5). Cada flor está inserta en el ápice de un pedúnculo floral, desarrollado a nivel de un nudo de un rizoma ortótropro. Este pedúnculo se alarga considerablemente, hasta 8 cm, en pocos días, sobrepasando la vaina de la hoja que en un principio la protege. En el extremo del pedúnculo se insertan los dos estambres que constituyen la flor masculina. Los estambres están soldados entre sí, a nivel

de sus filamentos. No obstante, hacia el ápice, esta unidad se bifurca y se reconocen, en su cara dorsal, los dos filamentos. Las dos anteras, libres entre sí, están formadas respectivamente por dos tecas de disposición paralela, que se abren longitudinalmente. Las anteras jóvenes son blanquecinas y presentan pequeñas manchas superficiales de color rojizo. Cada teca contiene dos sacos polínicos longitudinales paralelos, en cuyo interior el polen constituye una masa algodonosa de filamentos transparentes muy largos. Cuando el polen es liberado y las tecas están completamente abiertas, adquieren un color marrón oscuro y sus márgenes se vuelven ondulados.

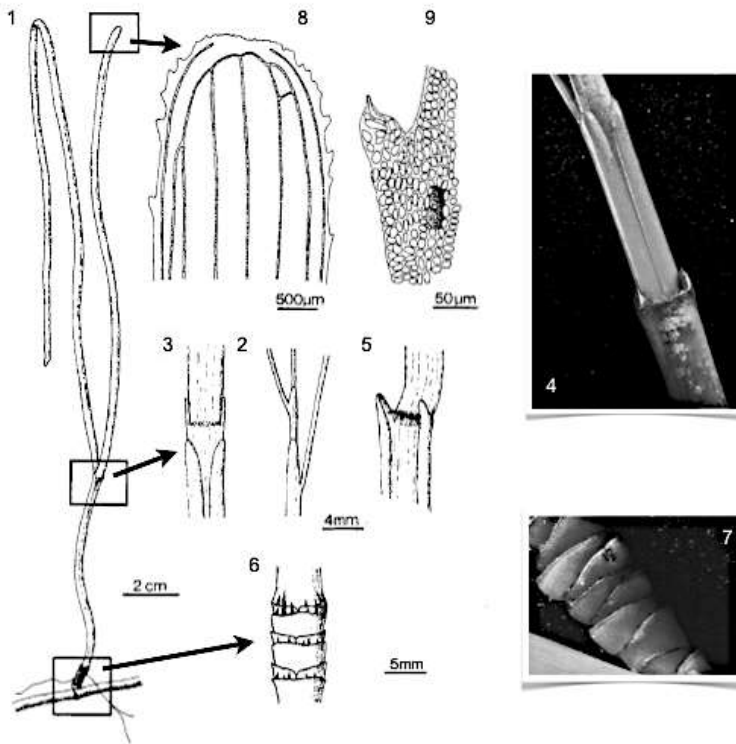


Fig. 4. Características de las hojas de *Cymodocea nodosa*. (1) Detalle de un haz de hojas. (2) Visión lateral de un haz de hojas, donde se observa la inserción vaina-lámina foliar de dos hojas sucesivas. (3,4) Visión frontal de un haz de hojas, donde se observa que los márgenes libres de la vaina de la hoja más madura envuelven a la hoja que se desarrolla en su interior. (5) Detalle de una hoja en el nivel de unión vaina-lámina foliar, donde se observa la lígula y las aurículas opuestas. (6,7) Detalle de un rizoma ortótropo donde se observa las cicatrices de hojas (nudos), en las que permanecen las escámulas. (8) Detalle del ápice de una hoja, con pequeños dientes marginales y nervios paralelos que confluyen en la región apical. (9) Detalle de un diente marginal.

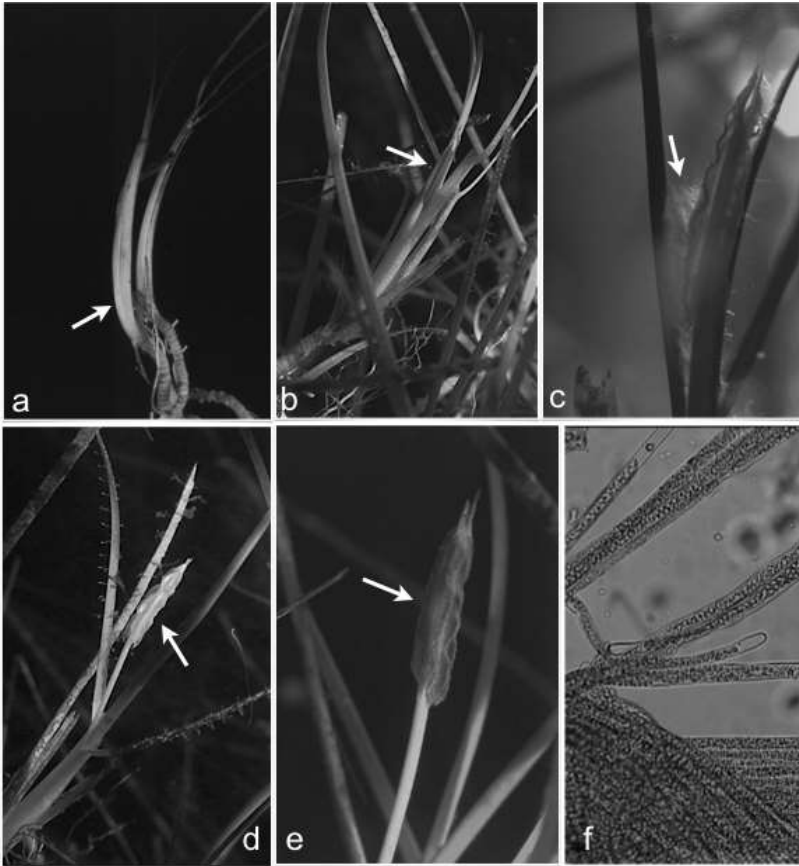


Fig. 5. Aspecto de las flores masculinas. (a) Flor masculina joven, aún cubierta por las vainas de las hojas del haz. (b) Estambres sobresaliendo de las vainas de las hojas. (c) Anteras liberando el polen filamentososo. (d) Anteras blanquecinas una vez liberado el polen. (e) Anteras maduras de color oscuro con márgenes ondulados. (f) Microfotografía del polen filamentososo.

Las flores femeninas son muy simples (Fig. 6), y también están insertas en el ápice de un corto pedúnculo floral, que no se alarga en el proceso de maduración de la flor, y son sólo los estigmas los que sobresalen de las vainas de las hojas que la protegen. En el ápice del pedúnculo se insertan los dos carpelos que constituyen la flor femenina, con gineceo apocárpico, con dos óvulos uniloculares. En el extremo superior de cada carpelo se forma un pequeño acodamiento redondeado, del que surge un estilo, de hasta 3 mm de largo y dos estigmas filiformes de hasta 6 cm de largo.

Cymodocea nodosa produce pares de frutos drupáceos, con epicarpo carnoso de color amarillento y endocarpo duro, seco y frágil. Los frutos tienen forma lenticular, con el borde dorsal convexo y el borde ventral prácticamente recto. El epicarpo carnoso se descompone con el tiempo y

únicamente permanece el endocarpo protegiendo a la semilla. Es entonces cuando se reconocen, tanto en el borde dorsal como el ventral, unas crestas prominentes endurecidas. La cresta dorsal es crenulada y es por donde tiene lugar la dehiscencia en la germinación. Las flores y los frutos dejan unas cicatrices características en el rizoma cuando se desprenden, que permiten estudiar de forma retrospectiva los eventos de floración que han ocurrido en el transcurso de los años (Reyes, 1993; Reyes & Sansón, 1994).

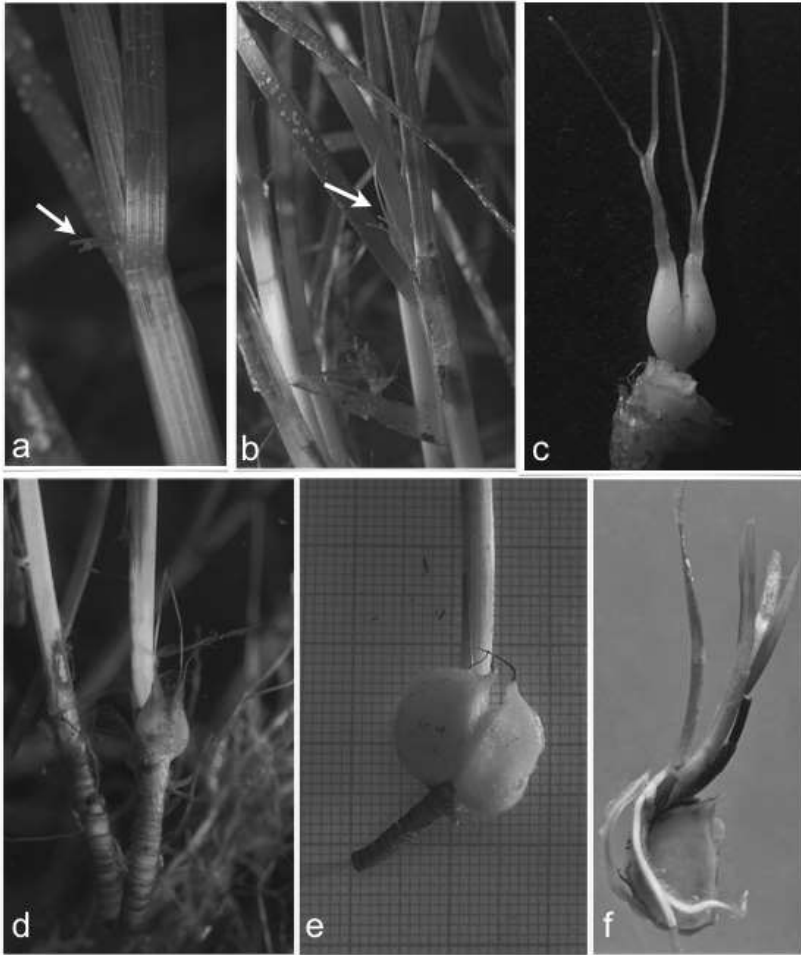


Fig. 6. Aspecto de las flores femeninas y frutos. (a) Estigmas filiformes comenzando a superar las vainas de las hojas. (b) Estigmas maduros superando la longitud de las vainas. (c) Detalle de la flor femenina donde se observan los carpelos, en cada uno de los cuales surge un estilo que se bifurca en dos estigmas filiformes. (d) Frutos en desarrollo con estilos persistentes. (e) Aspecto de los frutos jóvenes que permanecen sujetos a los rizomas ortótopos durante algún tiempo. (f) Germinación de una semilla.

Reproducción sexual: floración, fructificación y germinación

La floración en *Cymodocea nodosa* tiene lugar desde finales de marzo a finales de junio, coincidiendo con el aumento de la temperatura del agua y del número de horas de luz al día, después de pasar la planta por los mínimos invernales (Figs 7, 8). El periodo con mayor número de haces con flores suele ser durante los meses de abril y mayo. Los frutos tardan en madurar unos tres meses y comienzan a ser abundantes en las praderas desde mayo hasta octubre, observándose haces con frutos hasta diciembre. En condiciones normales, los frutos maduran enterrados en el sedimento unos centímetros por debajo de la superficie de la arena. A lo largo del otoño y en invierno, el pericarpo de los frutos se va descomponiendo. Las semillas se van desprendiendo de los haces y quedan libres en el sustrato (Reyes *et al.*, 1995a).

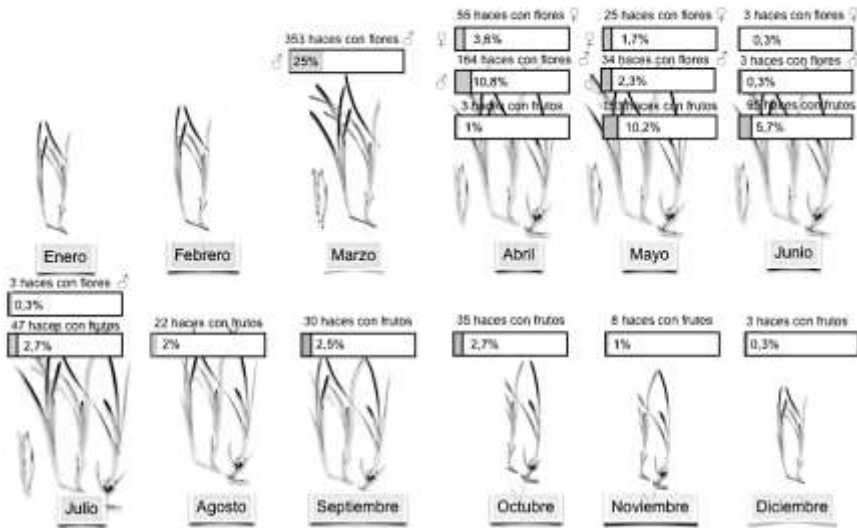


Fig. 7. Fenología reproductora de *Cymodocea nodosa* en praderas de El Médano. Valores medios por m² de pradera. En barras, se recoge el porcentaje con respecto al total de haces.

Las flores comienzan a formarse a partir de plantas mayores de un año y frecuentemente aparecen en varios haces cercanos de un mismo rizoma, por lo que suelen formar agregados a pequeña escala (Terrados *et al.*, 2004). Existen praderas en las que se han observado mezcladas plantas de ambos sexos, aunque en la mayoría de los casos aparecen plantas de un solo sexo. La distancia entre unas y otras condiciona el éxito reproductor. El porcentaje de floración de los haces puede ser muy variable entre unas

praderas y otras, tanto en Canarias como en el Mediterráneo (entre un 10-30%). Asimismo, mientras algunas praderas presentan una cierta regularidad en la floración, siendo un fenómeno recurrente todos los años, en otras se presenta como un evento irregular en el tiempo (Reyes, 1993; Reyes *et al.*, 1995a).

Las semillas germinan desde febrero hasta septiembre, aunque en Canarias sólo se han observado plántulas desarrolladas, siempre de menos de un año de edad, entre abril y septiembre (Reyes *et al.*, 1995a). Las evidencias sobre germinación de semillas en diferentes localidades del Mediterráneo son variables, desde praderas donde las semillas no han sido encontradas, hasta praderas en las que la germinación es abundante y común todos los años. Los experimentos de germinaciones realizados en condiciones de laboratorio revelan que las semillas no requieren la presencia de un sustrato o su enterramiento para germinar, y que tanto la reducción de la salinidad como el aumento de la temperatura del agua aceleran la germinación. El porcentaje total de semillas que germinan aumenta con la reducción de la salinidad, pero no está afectado por el aumento de la temperatura del agua. No obstante, el desarrollo de las plántulas requiere condiciones de salinidad superiores al 15% (Terrados *et al.*, 2004).

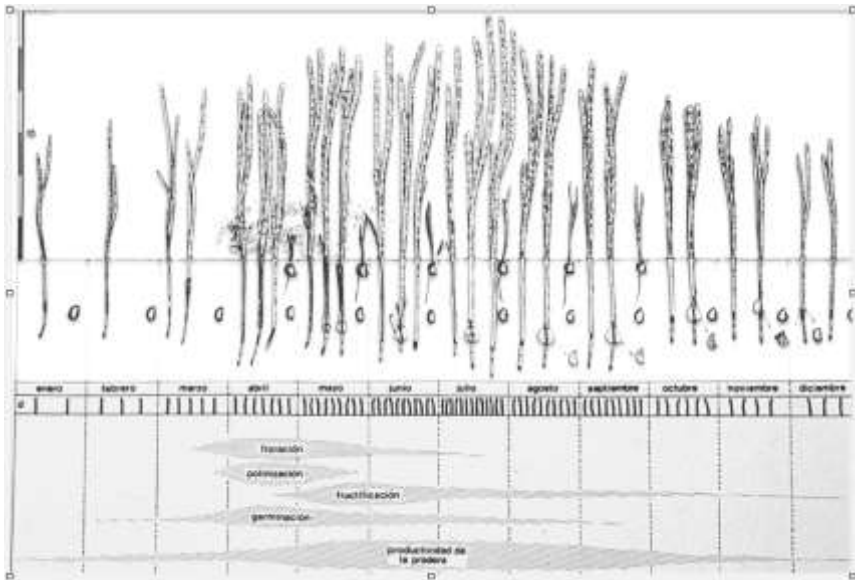


Fig. 8. Cuadro resumen de la fenología vegetativa y reproductora de *Cymodocea nodosa* durante un ciclo anual. Obsérvense las variaciones en longitud y ancho de hojas, en número de hojas por haz y en densidad de haces en la pradera, así como en los períodos en los que suceden los fenómenos de floración, polinización, fructificación y germinación. Además se recoge la caída y presencia de frutos en el sedimento, y los períodos de mayor o menor productividad de la pradera.

El éxito de la reproducción sexual de *Cymodocea nodosa* es muy variable en Canarias y en el Mediterráneo. En cualquier caso, a pesar de que la planta invierte mucha energía en la producción de semillas, éstas no parecen contribuir de forma significativa a la propagación de las praderas, siendo escaso el número de germinaciones y elevado el número de semillas sin germinar que se observan en los sedimentos. La cantidad de semillas de *Cymodocea* en los sedimentos es muy variable. Los valores máximos registrados en todos los estudios realizados oscilan entre 200 y 600 semillas por m² de pradera. En las praderas de El Médano (Tenerife) se detectaron valores máximos de hasta 64 germinaciones por m² durante el mes de abril, y un valor medio anual de 267 frutos por m² de pradera (Reyes *et al.*, 1995a).

Como los frutos se desarrollan enterrados en el sedimento, las semillas suelen germinar en las proximidades de las plantas que los han originado. Así, la producción de nuevas plantas por reproducción sexual contribuye principalmente al mantenimiento de praderas existentes. Sólo en los casos en los que la dinámica del oleaje y las corrientes producen grandes desplazamientos de arena, tanto las semillas como las plantas de *Cymodocea* pueden quedar desenterradas y pueden ser dispersadas a zonas más lejanas, ayudando a su propagación. No obstante, la fragilidad de las raíces y de los rizomas cuando quedan desenterrados sugiere que su capacidad de dispersión y colonización de un nuevo sustrato a partir de fragmentos de la planta es muy escasa (Reyes, 1993; Terrados & Marbà, 2004).

Anatomía de los órganos vegetativos

Como plantas vasculares que son, las fanerógamas marinas se diferencian de las talófitas que incluyen a todas las algas, en la formación de verdaderos órganos vegetativos (hojas, tallos, raíces) y en la producción de flores y frutos. Si observamos la anatomía de *Cymodocea nodosa*, comprobamos que ésta coincide con la que presenta el resto de las fanerógamas marinas, presentando la estructura característica de las monocotiledóneas.

Las hojas de *Cymodocea* presentan diferentes tejidos: cutícula, epidermis, hipodermis, parénquima lagunar, esclerénquima y tejido vascular. Los rizomas muestran los siguientes estratos: epidermis, parénquima cortical externo, parénquima lagunar, endodermis y cilindro central. Por último, las raíces exhiben capas bien diferenciadas: epidermis, exodermis, parénquima cortical externo, parénquima lagunar, parénquima cortical interno, endodermis y cilindro central (Reyes & Sansón, 1994). Todos estos tejidos que se desarrollan en los órganos vegetativos pueden observarse en la figura 9.

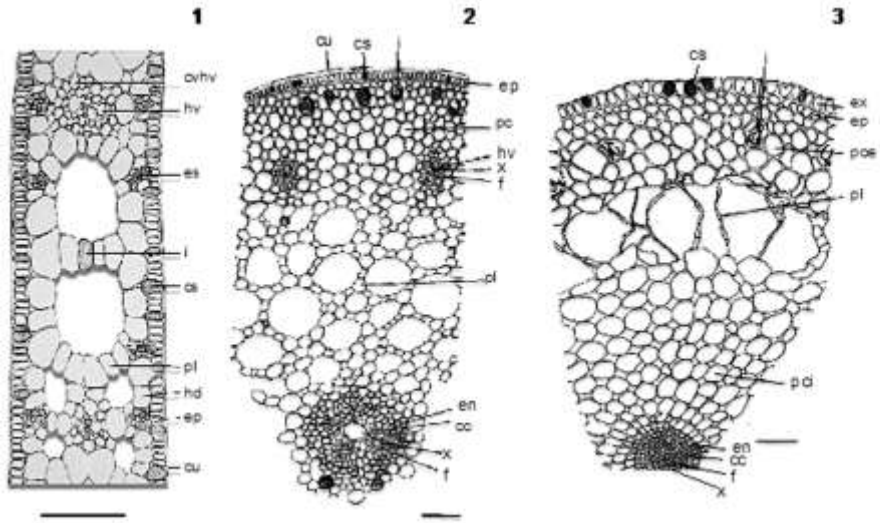


Fig. 9. Anatomía de estructuras vegetativas de *Cymodocea nodosa*. (1) Sección transversal de una hoja (cu = cutícula; ep = epidermis; cs = células secretoras; hd = hipodermis; pl = parénquima lagunar; i = inclusiones; es = esclerénquima; hv = haz vascular; cvhv = células de la vaina del haz vascular); escala = 120 μ m. (2) Sección transversal de un rizoma vertical (cu = cutícula; ep = epidermis; cs = células secretoras; pce = parénquima cortical externo; i = inclusiones; hv = haz vascular; pl = parénquima lagunar; en = endodermis; cc = cilindro central; x = xilema; f = floema); escala = 120 μ m. (3) Sección transversal de una raíz primaria (ep = epidermis; cs = células secretoras, ex = exodermis, pce = parénquima cortical externo, i = inclusiones, pl = parénquima lagunar, pci = parénquima cortical interno, en = endodermis; cc = cilindro central; x = xilema; f = floema); escala = 100 μ m.

Variaciones de crecimiento y producción a lo largo del año

El aspecto de los sebadales varía considerablemente a lo largo del año mostrando una mayor frondosidad y vitalidad en los meses de primavera y verano, cuando alcanzan los valores medios más elevados de longitud y ancho de las hojas, número de hojas que forman un haz, y densidad de haces por unidad de superficie. Como consecuencia, también se alcanzan en estos meses los valores más altos de biomasa y tasa de producción primaria. Por el contrario, en los meses de otoño e invierno, todos los parámetros mencionados alcanzan los valores mínimos. Estas fluctuaciones estacionales se han observado también en praderas del Mediterráneo, donde *Cymodocea nodosa* muestra un comportamiento similar (Pérez, 1989; Terrados, 1991).

En praderas de Canarias (El Médano) se estimó una producción foliar anual de 752 gramos de peso seco por m² y año, y una productividad anual de 3,5 por año (Tabla 1). La producción anual de los rizomas fue de 30 a 37 gramos de peso seco por m² y año, resultando una productividad anual de 0,14-0,16 por año. El crecimiento anual en longitud de los rizomas se ha estimado en unos 2,2 m por m² de pradera, inferiores a los registrados en algunas localidades del Mediterráneo, diferencia que podría deberse a la presencia de un mayor número de rizomas ortótropos, con un crecimiento en longitud más limitado. Las observaciones realizadas contabilizando la secuencia de nudos y entrenudos de los rizomas (retrodatación) han permitido concluir que algunos rizomas pueden permanecer hasta 8 años en el sedimento. La producción primaria registrada en estas praderas fue de 780 gramos de peso seco por m² y año, superior a los valores registrados en distintas praderas del Mediterráneo posiblemente debido a las diferencias de temperatura del agua. Los mínimos invernales en Canarias oscilan entre 17-18°C frente a 9-12°C en el Mediterráneo, que provoca un metabolismo más lento en este mar. Los valores de intervalo plastocrónico (días transcurridos entre la aparición de dos hojas sucesivas) medidos en Canarias oscilaron entre 18 días en mayo y 39,3 días en febrero, con una media anual de 27,9 días, lo que equivale a la formación de 13 hojas por haz y año, igual que en praderas del Delta del Ebro (Reyes, 1993; Reyes *et al.*, 1995b).

Tabla 1. Valores máximos y mínimos de diferentes parámetros biométricos y de producción de *Cymodocea nodosa* en praderas de El Médano (Reyes, 1993).

PARÁMETROS	VALORES MEDIOS MÁXIMOS (primavera-verano)	VALORES MEDIOS MÍNIMOS (otoño-invierno)
Densidad de haces	1928 haces/m ²	934 haces/m ²
Número de hojas/haz	hasta 4 hojas (3-3,4)	3 hojas (2,2-3)
Longitud de las hojas	hasta 31 cm	hasta 14,7 cm
Ancho de las hojas	hasta 3,4 mm	1,7 mm
Índice foliar	3,9 m ² /m ² pradera (mayo-agosto)	0,97 m ² /m ² pradera (diciembre)
Biomasa foliar	249 g ps/m ² (junio-julio)	55 g ps/m ² (noviembre-febrero)
Producción media por haz	1,9 mg ps por haz y día	0,8 mg ps por haz y día
Producción foliar de la pradera	2,9-3,6 g ps/m ² y día (mayo-agosto)	0,9-11 g ps/m ² y día (dic.-enero)
Producción foliar anual	752 g ps/m ² y año	
Número de hojas nuevas/haz	0,8 hojas/haz (abril)	0,4-0,6 resto del año
Frecuencia de aparición hojas nuevas	0,042-0,056 hojas/haz y día (mayo-julio)	0,025 hojas/haz y día (febrero)
Frecuencia de caída de hojas	0,049-0,057 hojas/haz y día (mayo-julio)	0,012 hojas/haz y día
Días aparición 2 hojas sucesivas	18 días (mayo)	39,3 días (febrero)
Intervalo plastocrónico anual	27,9 días lo que supone 13 hojas/haz y año	

Los seadales como hábitat para una diversa biocenosis vegetal

Las praderas de fanerógamas marinas constituyen un hábitat con una gran heterogeneidad ambiental en fondos sedimentarios, que permite el asentamiento de comunidades mucho más complejas que las que existen en fondos inestables desprovistos de vegetación. Los diferentes órganos vegetativos de las fanerógamas marinas constituyen microhábitats favorables para el asentamiento de muchas especies vegetales y animales que crecen como epífitos (Fig. 10). Asimismo, el entramado que forman sus estructuras epígeas (hojas) e hipógeas (rizomas y raíces) supone un lugar de refugio para pequeñas especies que buscan protección y alimento. La biodiversidad que albergan es muy variada, encontrándose representantes de grupos como las bacterias, los hongos, las algas, y los animales invertebrados y vertebrados.

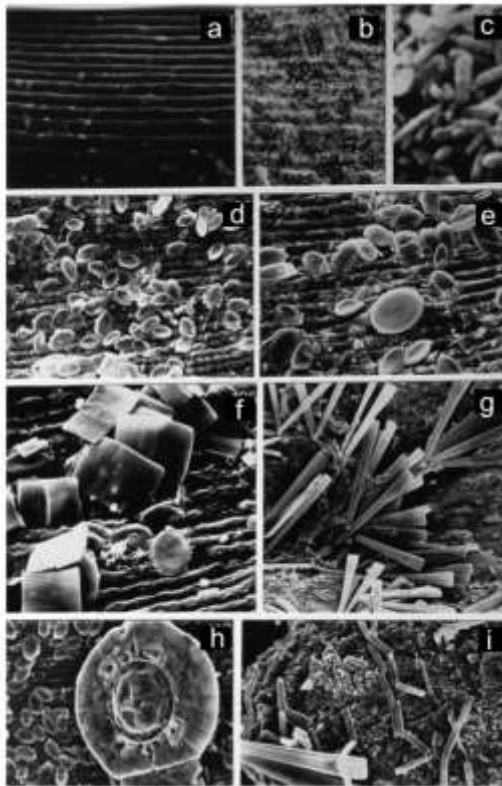


Fig. 10. Secuencia de los primeros estadios de colonización de las hojas de *Cymodocea nodosa* obtenidas con microscopía electrónica de barrido (MEB). (a) Detalle de la superficie foliar; (b-c) Bacterias; (d-g, i) Diatomeas; (h) Germinación de *Hydrolithon* sp.

Desde el momento en que las hojas de *Cymodocea nodosa* sobrepasan las vainas que las protegen y quedan expuestas al medio marino, pueden ser colonizadas por diversos organismos. La micromorfología ondulada de su superficie facilita en un principio el establecimiento de esporas, zigotos o propágulos de pequeñas especies. Los primeros organismos que se fijan son las bacterias y las microalgas. Las bacterias son capaces de colonizar en pocas horas las hojas de las fanerógamas marinas. Sus exudados modifican la superficie de la hoja y favorecen el establecimiento posterior de otros microorganismos. Entre las microalgas, las diatomeas son las primeras que colonizan las hojas de *Cymodocea*. En poco tiempo un gran número de especies pueden tapizar casi por completo su superficie. Tanto el mucílago que producen como sus paredes de sílice contribuyen a la retención de detritus, que modifican la textura original de la superficie de las hojas, facilitando aún más el proceso de colonización (Reyes, 1993; Reyes & Sansón, 1996; Reyes & Sansón, 1997). Las primeras esporas o zigotos de macroalgas comienzan a fijarse en las hojas a los pocos días de quedar expuestas, una vez creada la biopelícula de bacterias y microalgas. En un principio, dominan los primeros estadios de desarrollo de especies de hábito costroso, como las rodófitas *Hydrolithon* spp. y *Pneophyllum lejolisii*, la feófito *Myrionema magnusii* y la clorófito *Ulvella setchellii*. Destacan por su abundancia y color blanquecino las coralináceas costrosas del género *Hydrolithon* (Fig. 11). Estas especies constituyen el estrato costroso de la comunidad de epífitos que alcanza su máximo desarrollo hacia los ápices de las hojas más viejas (Reyes & Afonso-Carrillo, 1995).



Fig. 11. Detalle de una hoja de *Cymodocea nodosa* sobre la que están creciendo como epífitos pequeñas algas de hábito costroso (totalmente adheridas a la superficie de la hoja) y pequeñas algas de hábito erecto (adheridas por un solo punto).

Simultáneamente al establecimiento de las especies costrosas tiene lugar la llegada de especies de hábito erecto (Fig. 11). En estos primeros estadios dominan representantes de Ceramiales, especialmente Ceramiaceae (*Ceramium diaphanum*, *C. flaccidum* y *Ceramium* sp.) y Rhodomelaceae (*Polysiphonia* spp., *Laurencia minuta* y *Chondria mairei*). Estas especies junto a otras menos abundantes conforman el estrato erecto de la comunidad de epífitos, que alcanza siempre su máximo desarrollo hacia los ápices de las hojas más viejas de los haces (Fig. 12) (Reyes & Sansón, 1996).



Fig. 12. Detalle de una hoja de *Cymodocea nodosa* con numerosas algas epífitas que cubren su superficie.

En las hojas de *Cymodocea nodosa* se han identificado 53 especies epífitas (26 algas rojas, 12 algas pardas, 9 algas verdes, 5 cianobacterias y 1 hongo) (Reyes & Sansón, 1996). Las algas rojas presentan una elevada contribución cualitativa en relación al resto de las divisiones de algas, hecho constatado en diferentes fanerógamas marinas. El número máximo de especies observado en una hoja fue de 39 en enero y el mínimo de 21 en octubre, siendo 29 el número medio de especies de algas epífitas detectadas. Estos valores coinciden respectivamente con el mayor y menor tiempo de permanencia de las hojas en el haz, 80-90 días en invierno y 40-50 días en primavera-verano (Reyes & Sansón, 1997).

De estas especies, 22 constituyen la flora epífita permanente (presente a lo largo de todo el año), 14 forman la flora epífita estacional (reconocida en una o varias estaciones), y 17 constituyen la flora epífita ocasional

(especies raras, poco frecuentes). El 51% de las especies se observó fértil, coincidiendo en su mayoría con los epífitos permanentes, que forman estructuras reproductoras sexuales y/o asexuales, o se multiplican a través de propágulos. Estas especies adaptan perfectamente su desarrollo y reproducción al ciclo de vida de las hojas de *Cymodocea*. Por el contrario, las especies ocasionales no logran completar su historia biológica en el tiempo de vida de las hojas (Reyes & Sansón, 1997; Reyes *et al.*, 1998).

El número de especies epífitas y su recubrimiento se incrementan desde la zona basal hacia la zona apical de las hojas, pero muestran una estabilización o un ligero descenso hacia el ápice. La mayor parte del recubrimiento, entre el 90 y 99%, lo aportan especies de algas rojas que dominan cuantitativamente frente al resto de divisiones de algas. Esta dominancia se debe a pocas especies pertenecientes a Ceramiales (*Ceramium diaphanum*, *C. flaccidum*, *Ceramium* sp., *Chondria mairei*, *Herposiphonia secunda*, *Laurencia minuta*, *Polysiphonia* sp.) y Corallinales (*Hydrolithon* spp., *Pneophyllum lejolisii*) (Reyes *et al.*, 1998). La biomasa de epífitos por unidad de superficie de hoja se incrementa con la edad de la hoja a lo largo del año. La biomasa por m² de superficie de pradera alcanza valores máximos de 124,1 gramos de peso seco en noviembre y mínimos de 29,7 gramos en marzo. Se ha estimado una producción anual de epífitos de 625 gramos de peso seco por m² de pradera (Reyes & Sansón, 2000).

La comunidad de epífitos que se establece en los rizomas y raíces está constituida por unas 81 especies, entre las que se incluyen todas las especies de las hojas (Fig. 13). La mayor estabilidad en el tiempo de este

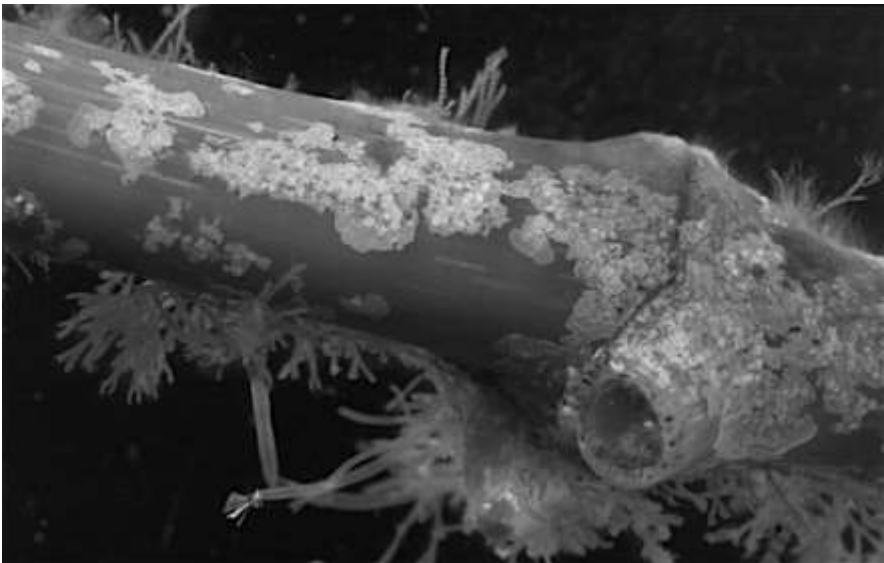


Fig. 13. Detalle de un rizoma de *Cymodocea nodosa* con numerosas algas epífitas.

tipo de sustrato permite el establecimiento de una comunidad más rica en especies, constituida, por lo general, por algas que se desarrollan en plataformas o fondos rocosos cercanos y que buscan en este sustrato un soporte físico para desarrollarse (Reyes & Sansón, 1996).

Fauna invertebrada asociada a los sebadales

La fauna asociada a los sebadales puede vivir en diferentes microhábitats generados por la planta. Los animales pueden crecer enterrados en el sedimento asociados con los rizomas y raíces (infauna), viviendo fijos o móviles en hojas, tallos y raíces (epifauna), o desplazándose libremente entre las hojas o por encima de ellas (epibentos). Son numerosos los grupos de invertebrados que están presentes en los sebadales: esponjas, cnidarios, nemertinos, anélidos poliquetos, moluscos, briozoos y equinodermos. Algunos buscan soporte y alimento en las estructuras vegetativas de *Cymodocea*, otros buscan refugio en este tipo de ambientes.

Las esponjas son poco abundantes en los sebadales ya que necesitan un sustrato estable. Especies del género *Cliona* pueden crecer en rizomas que quedan al descubierto en bordes de praderas. Los cnidarios tienen una mayor presencia en hojas y rizomas, y en fondos de arena entre haces de *Cymodocea*. Colonias de hidrozooos, principalmente del género *Aglaophenia*, son comunes sobre hojas y rizomas, cuando estos últimos quedan al descubierto. En las hojas aparecen anémonas, como *Anemonia melanaster* y la pequeña *Bunodeopsis strumosa*. Desarrollándose en sustrato arenoso pueden observarse con frecuencia *Anemonia sulcata* y los ceriantarios *Isarachnanthus maderensis* y *Pachycerianthus dorhni*.

Los fondos de arena donde se desarrollan las praderas son el hábitat preferido de numerosos gusanos anélidos poliquetos, bien representados entre los invertebrados. Millones de gusanos aprovechan la materia orgánica que se genera en los sebadales como recurso alimenticio. Los grupos más numerosos son Syllidae, Paraonidae y Spionidae. Abundan también especies sedentarias que viven en el interior de tubos fabricados con mucílago y partículas de arena, como *Sabella pavonina*, *Ditrupea arietina*, *Diopatra neapolitana* y *Megaloma vesiculosum*, así como especies que discurren por la superficie de los fondos, como el gusano de fuego *Hermodice carunculata* (Brito et al., 2005).

Los fondos de sedimento y las hojas de *Cymodocea* suponen un lugar ideal para gran variedad de moluscos. En los fondos de sedimento destacan por su gran tamaño los conos (*Conus pulcher*), así como *Marginella glabella*, *Bulla mabilleyi* y la elegante *Hydatina physis*. Aparecen numerosos ejemplares de bivalvos, como *Macra corallina* y especies del género *Cardium*, que se alimentan de las partículas orgánicas del agua y del

sedimento. Una adaptación especial a las hojas de *Cymodocea* la presentan los pequeños moluscos de color verde *Oxynoe olivacea* y *Smaragdia viridis* (Fig. 14), que encuentran en las hojas acintadas de esta fanerógama un sustrato apetitoso, dejando unas huellas características de su ramoneo en la superficie de la hoja. Algunos moluscos buscan alimento, refugio y lugar de puesta entre las hojas y rizomas de la seba. Se trata de especies carnívoras, como el choco (*Sepia officinalis*) y el pulpo común (*Octopus vulgaris*).

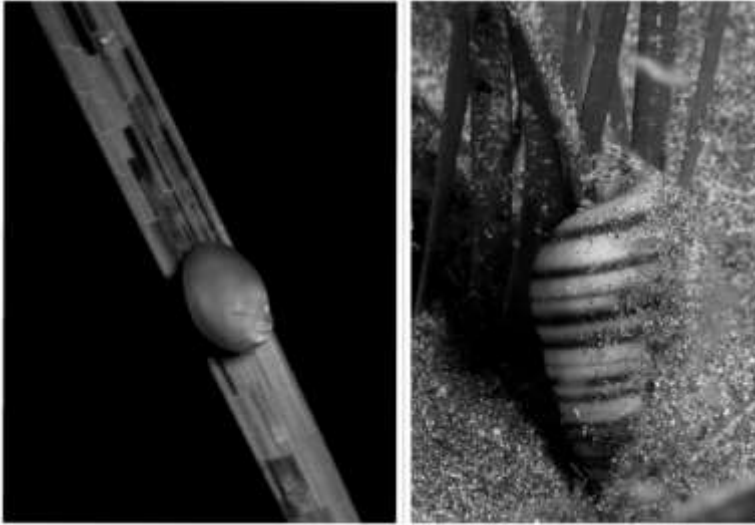


Fig. 14. *Smaragdia viridis*, pequeño molusco de color verde que se alimenta de las hojas de *Cymodocea nodosa* (izquierda) y el cangrejo ermitaño del género *Pagurus* (derecha) alimentándose de los organismos que crecen sobre las hojas (Fotos: Javier Campos).

Los pequeños crustáceos abundan entre las hojas y rizomas. Nubes de miscidáceos pueden formar grandes agrupaciones en los bordes de los sebadales aprovechando la materia orgánica particulada que se generan en estos ambientes, y suponen una fuente de alimento importante para muchas especies de peces. Pequeños anfípodos e isópodos consumen organismos que viven sobre las hojas y rizomas, así como restos muertos de la planta. Otros crustáceos como *Hyppolite longirostris* e *Hyppolite inermis* se han adaptado perfectamente a las hojas de *Cymodocea*, adquiriendo una coloración verde para poder camuflarse. También se pueden observar cangrejos ermitaños, como *Pagurus* spp. (Fig. 14) y *Dardanus calidus*, protegidos con conchas de moluscos gasterópodos, deambulando por los fondos de arena, entre los restos de rizomas y hojas. Con la ayuda de sus patas traseras aplanadas, el cangrejo *Portunus hastatus* se entierra en el sedimento con gran facilidad.

Otros elementos de la fauna de los sebadales son los equinodermos. Es frecuente observar sobre el sedimento ejemplares de holoturias, como *Holothuria arguinensis* (Fig. 15), que se desplazan lentamente alimentándose de la materia orgánica mezclada con la arena. Los erizos de los sebadales tienen la capacidad de camuflarse; los irregulares (*Echinocyamus pusillus*) pasan inadvertidos porque viven enterrados en el sedimento y los de púas romas (*Sphaerechinus granularis*) se camuflan con restos de hojas y algas. Raramente, se observan grupos de erizos de Lima (*Diadema* aff. *antillarum*) haciendo incursiones nocturnas desde las plataformas rocosas cercanas para buscar alimento en las praderas, a pesar de que los fondos de sedimento no son un buen aliado para ellos. Otros equinodermos que abundan en estos fondos son las estrellas de mar, entre las que destacan *Coscinasterias tenuispina*, la estrella peine (*Astropecten auranciacus*), la estrella roja (*Echinaster sepositus*, Fig. 15) y la ofiura (*Amphipholis squamata*).

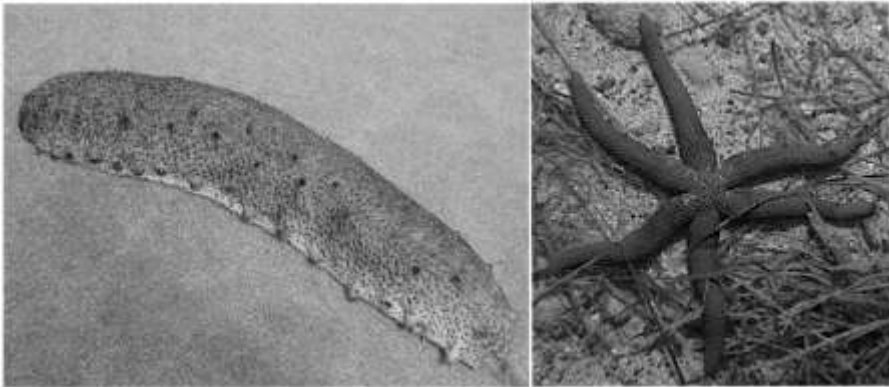


Fig. 15. La holoturia (*Holothuria arguinensis*) se alimenta de la materia orgánica de la arena en los sebadales (izquierda), y la estrella roja (*Echinaster sepositus*) merodea por los fondos de arena con hojas muertas de *Cymodocea* en busca de presa (derecha).

Fauna vertebrada asociada a los sebadales

Los sebadales constituyen un hábitat importante para la cría y refugio de fauna vertebrada. Las estructuras vegetativas de *Cymodocea nodosa* constituyen un oasis frente a los fondos de arena desprovistos de vegetación, que suponen un desierto submarino pobre en recursos alimenticios. Las estructuras epígeas (hojas) e hipógeas (rizomas y raíces) suponen un lugar en el que numerosas especies de algas y pequeños invertebrados que allí viven actúan de reclamo para muchas especies de

peces. Son pocas las especies de vertebrados que se alimentan directamente de las hojas, tallos y raíces, o de sus restos muertos. No obstante, estas especies buscan la abundancia de vida que albergan estos ecosistemas, principalmente pequeños crustáceos planctónicos y epifauna. Los estudios realizados sobre la fauna piscícola coinciden en que las praderas de fanerógamas marinas son mucho más ricas, en términos de diversidad y abundancia, que los fondos arenosos desprovistos de vegetación (Aguilera *et al.*, 1994; Tuya *et al.*, 2005).

En general, los peces que se pueden encontrar en los sebadales permanecen en ellos durante diferentes periodos de tiempo, pudiendo clasificarse en residentes permanentes, residentes estacionales o temporales, migratorios y ocasionales (Fig. 16). La abundancia relativa y la composición de las especies de peces encontradas en las praderas también dependen de la proximidad de otros hábitats (por ejemplo, plataformas rocosas) y del ciclo día-noche (ya que muchas especies utilizan las praderas como refugios nocturnos).

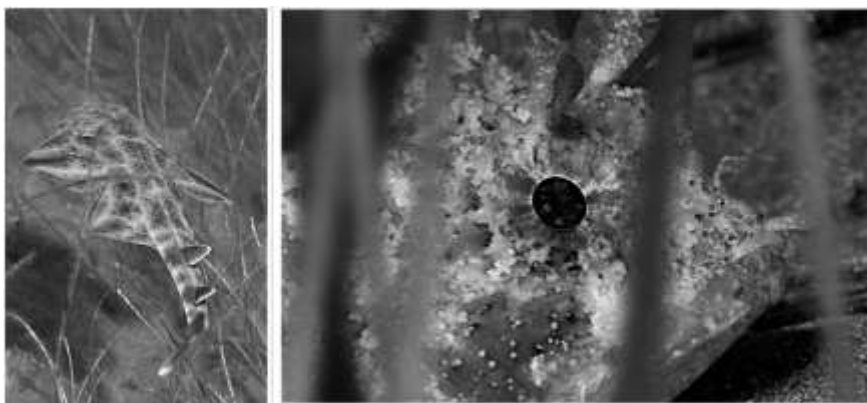


Fig. 16. Un angelote (*Squatina squatina*) desplazándose sobre el sebadal (izquierda) y un rascacio (*Scorphaena* sp.) espera a su presa entre las hojas de *Cymodocea*. (Fotos: Javier Campos).

Estudios realizados en diferentes sebadales de Tenerife citan 51 especies de peces, agrupadas en 26 familias. De estas especies, 2 pertenecen a peces cartilaginosos y 49 a peces óseos (Mena *et al.*, 1993). Para los sebadales de las islas orientales, se han registrado hasta el momento 67 especies de peces (7 cartilaginosos y 60 óseos) (Espino *et al.*, 2008). La familia mejor representada en número de especies (11 especies) y en abundancia, es la de los espáridos (sargos, chopas, samas, salemas). La familia de los tamboriles es bastante frecuente en las praderas, representada por la gallinita (*Canthigaster rostrata*) y el tamboril (*Sphoeroides*

marmoratus). Otras familias importantes son Scaridae (viejas) y Mullidae (salmonetes).

El grupo mejor adaptado a la vida en los sebadales es el de los singnátidos, entre los que destacan los caballitos de mar y los pejepipas, difíciles de observar debido a su capacidad críptica y mimética con los rizomas y hojas de *Cymodocea*. Este grupo tiene varios representantes en Canarias: el caballito de mar (*Hippocampus hippocampus*), los pejepipas (*Syngnathus typhle* y *Nerophis ophidion*) y la aguja mula (*Syngnathus acus*). Una adaptación extrema a las hojas de *Cymodocea* la presenta el gobiesócido *Opeatogenys cadenati*, que al igual que los moluscos *Smaragdia viridis* y *Oxinoe olivacea*, viven adheridos a las hojas y pasan inadvertidos por su coloración verde y sus escasas dimensiones. En este grupo de especies propias de las praderas hay que destacar también a un espárido exclusivo que recibe el nombre de mojarra (*Diplodus annularis*).

Una característica importante de los sebadales es la función que desempeña como zona de cría y refugio para los juveniles de muchas especies de peces de importancia económica, tales como salmonetes, viejas, chopas, besugos, bocinegros, sargos, bogas, gueldes, cabrillas y samas, entre otras. Otro vertebrado que puede observarse descansando o buscando alimento entre los haces de hojas de *Cymodocea* son las tortugas marinas. La especie más común es la tortuga boba (*Caretta caretta*, Fig. 17), aunque en ocasiones se han observado ejemplares de tortuga verde (*Chelonia mydas*).



Fig. 17. La tortuga boba (*Caretta caretta*) se desplaza sobre el sebadal en busca de alimento (Foto: Javier Campos).

Por último, hacia los límites más profundos de los sebadales, en ocasiones, aparece la comunidad de anguilas jardineras (*Heteroconger longissimus*), peces planctívoros que excavan un tubo en el sedimento desde donde salen para aprovechar los organismos que transportan las corrientes.

Fragilidad de los sebadales

En los anteriores apartados se ha puesto de manifiesto que las praderas de *Cymodocea nodosa* juegan un importante papel ecológico en el medio marino y muchas especies de algas, invertebrados y vertebrados dependen directa o indirectamente de ellas. Como sucede en todos los ecosistemas, la presión ejercida por el hombre provoca desequilibrios que rompen su estado natural, experimentando en algunos casos procesos de regresión irreversibles. La naturaleza frágil de las praderas de hierbas marinas ante impactos naturales (temporales) o antrópicos, está provocando la desaparición de considerables extensiones de estas fanerógamas, estimándose a nivel mundial una tasa de pérdida anual entre un 2-5% (Duarte & Gatuso, 2008). Según estudios recientes, en las dos últimas décadas se han perdido unos 33000 km² de praderas de hierbas marinas, un 18% de la superficie documentada en el planeta.

Existe un reconocimiento internacional de la importancia ambiental y económica de las praderas de fanerógamas marinas, lo que ha dado lugar a que en estas últimas décadas se hayan tomado numerosas medidas legales de protección internacionales, nacionales y autonómicas (convenios, directivas, leyes, protección de lugares de interés, catálogos de protección...), que se muestran insuficientes para el mantenimiento de estos ecosistemas. La creciente presión en el litoral canario ha generado un incremento notable en los impactos sobre diferentes hábitats marinos, entre los que se incluyen los sebadales. Es de vital importancia el disponer de una efectiva ordenación, gestión y vigilancia del litoral y medio marino, así como planificar campañas educativas y de sensibilización ambiental entre la población con el fin de preservar para las generaciones futuras los sebadales y la biodiversidad marina que albergan.

Referencias

- AFONSO-CARRILLO, J. & M.C. GIL-RODRÍGUEZ (1980). *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson (Zannichelliaceae) y las praderas submarinas o sebadales en el Archipiélago Canario. *Vieraea* 8: 365-376.
- AGUILERA, F., A. BRITO, C. CASTILLA, A. DÍAZ, J.M. FERNÁNDEZ-PALACIOS, A. RODRÍGUEZ, F. SABATÉ & J. SÁNCHEZ (1994). *Canarias*.

Economía, Ecología y Medio Ambiente. Francisco Lemus Editor. La Laguna.

- BARQUÍN, J., G. GONZÁLEZ, L. MARTÍN, M. C. GIL-RODRÍGUEZ & A. BRITO (2005). Distribución espacial de las comunidades bentónicas submareales de los fondos someros de Canarias. I: Las comunidades de substrato blando de las costas de Tenerife. *Vieraea* 33: 435-448.
- BRITO, M.C., D. MARTÍN, & J. NÚÑEZ (2005). Polychaetes associated to a *Cymodocea nodosa* meadow in the Canary Islands: assemblage structure, temporal variability and vertical distribution compared to other Mediterranean seagrass meadows. *Marine Biology* 146: 467-481.
- DEN HARTOG, C. (1970). *The Seagrasses of the World*. North Holland. Amsterdam. London.
- DEN HARTOG, C. & J. KUO (2006). Taxonomy and Biogeography of the Seagrasses. In: *Seagrass Biology, Ecology and Conservation*. Larkum, A.W.D., R. J. Orth & C.M. Duarte (Eds.). Springer. pp. 1-23.
- DUARTE, C.M. & J.P. GATTUSO (2008). Seagrass meadows. In: *Encyclopedia of Earth*. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). http://www.eoearth.org/article/Seagrass_meadows.
- ESPINO, F., F. TUYA, I. BLANCH & R.J. HAROUN (2008). *Los seabadales de Canarias. Oasis de vida en los fondos arenosos*. BIOGES, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 68 pp.
- LUQUE, A.A. & J. TEMPLADO (2004). *Praderas y Bosques Marinos de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- MARBÀ, N. & C.M. DUARTE (1994). Growth response of the seagrass *Cymodocea nodosa* to experimental burial and erosion. *Marine Ecology Progress Series* 107: 307-311.
- MARBÀ, N. & J. TERRADOS (2004). Distribución y requerimientos ecológicos. In: Luque, A.A. & J. Templado (Coords.). *Praderas y Bosques Marinos de Andalucía*, pp. 133-134. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- MENA, J., J.M. FALCÓN, A. BRITO, F.M. RODRÍGUEZ & M. MATA (1993). Catálogo preliminar de la ictiofauna de las praderas de fanerógamas marinas de la isla de Tenerife, Islas Canarias. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía* 11: 217-222.
- MCRoy, C.P. & C. HELFFERICH (1980). Applied aspects of seagrasses. In: R.C. Phillips & C.P. McRoy (Eds), *Handbook of seagrass biology: an ecosystem perspective*. pp. 297-343. Garland STPM Press. New York.
- PÉREZ, M. (1989). Fanerógamas marinas en sistemas estuáricos: producción, factores limitantes y algunos aspectos del ciclo de nutrientes. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.

- RAVEN, J.A. (1977). The evolution of vascular land plants in relation to supracellular transport process. *Advances in Botanical Research* 5: 153-219.
- REYES, J. (1993). Estudio de las praderas marinas de *Cymodocea nodosa* (Cymodoceaceae, Magnoliophyta) y su comunidad de epífitos, en El Médano (Tenerife, Islas Canarias). Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna.
- REYES, J. & J. AFONSO-CARRILLO (1995). Morphology and distribution of nongeniculate coralline algae (Corallinaceae, Rhodophyta) on the leaves of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Cymodoceaceae). *Phycologia* 34: 179-190.
- REYES, J. & M. SANSÓN (1994). Morfología y anatomía de *Cymodocea nodosa* (Cymodoceaceae, Magnoliophyta) en praderas de El Médano (S Tenerife, islas Canarias). *Vieraea* 23: 43-64.
- REYES, J. & M. SANSÓN (1996). Las algas epífitas en *Cymodocea nodosa* en El Médano, isla de Tenerife (Magnoliophyta, Cymodoceaceae). *Vieraea* 25: 45-56.
- REYES, J. & M. SANSÓN (1997). Temporal distribution and reproductive phenology of the epiphytes on *Cymodocea nodosa* leaves in the Canary Islands. *Botanica Marina* 40: 193-201.
- REYES, J. & M. SANSÓN (2000). Biomass and production of the epiphytes on the leaves of *Cymodocea nodosa* in the Canary islands. *Botanica Marina* 44: 307-313.
- REYES, J., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (1995a). Distribution and reproductive phenology of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in the Canary Islands. *Aquatic Botany* 50: 171-180.
- REYES, J., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (1995b). Leaf phenology, growth and primary production of the seagrass *Cymodocea nodosa* at El Médano (South of Tenerife, Canary Islands). *Botanica Marina* 38: 457-465.
- REYES, J., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (1998). Distribution of the epiphytes along the leaves of *Cymodocea nodosa* in the Canary Islands. *Botanica Marina* 41: 543-551.
- TERRADOS, J. (1991). Crecimiento y producción de las praderas de macrófitos del Mar Menor, Murcia. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- TERRADOS, J. & N. MARBÀ (2004). Capacidad de dispersión y colonización. In: Luque, A.A. & J. Templado (Coords.). *Praderas y Bosques Marinos de Andalucía*, pp. 143-144. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- TERRADOS, J., N. MARBÀ & J. TEMPLADO (2004). Reproducción sexual: floración, fructificación y germinación. In: Luque, A.A. & J. Templado

- (Coords.). *Praderas y Bosques Marinos de Andalucía*, pp. 142-143. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- TUYA, F., A. BOYRA, P. SÁNCHEZ-JEREZ & R.J. HAROUN (2005). Multivariate analysis of the benthic-demersal ichthyofauna along soft bottoms of the Eastern Atlantic: comparison between unvegetated substrates, seagrass meadows and sandy bottoms beneath sea-cage fish farms. *Marine Biology* 147: 1229-1237.
- WIRTZ, P. (1995). One vascular plant and ten invertebrate species new to the marine flora and fauna of Madeira. *Arquipelago. Life and Marine Science* 13A: 119-123.

INSTITUTO DE ESTUDIOS HISPÁNICOS DE CANARIAS

Títulos previos de la colección 'Actas Semana Científica Telesforo Bravo'



Actas de la Semana Homenaje a Telesforo Bravo
(2006) – 147 pp.
[ISBN 84-611-0482-X]

Jaime Coello Bravo - El hombre que hablaba con las piedras. Una visión de la vida de Telesforo Bravo.

Julio Afonso-Carrillo - Amenazas a la diversidad de plantas marinas por el desarrollo urbano en el litoral: el ejemplo de Puerto de la Cruz.

Aurelio Martín - Aportaciones de D. Telesforo Bravo al conocimiento de la fauna de vertebrados terrestres de las islas Canarias.

Lázaro Sánchez-Pinto - Don Telesforo y la Macaronesia.

Juan Jesús Coello Bravo - Telesforo Bravo y la teoría de los deslizamientos gravitacionales.



Reflexiones sobre una naturaleza en constante evolución
(2007) – 155 pp.
[ISBN 978-84-61189-571]

Luis Espinosa García - Recordando a Telesforo Bravo.

Joaquín Araujo - ¿Es compatible turismo y medio ambiente?

Octavio Rodríguez Delgado - El paisaje vegetal de Las Cañadas: su transformación por la intervención humana.

Guillermo Delgado - Colonización y evolución de vertebrados canarios: reptiles, aves y mamíferos.

Eustaquio Villalba - Evolución del conocimiento geológico de Tenerife.



Naturaleza amenazada por los cambios en el clima
(2008) – 147 pp.
[ISBN 978-84-61264-568]

Emilio González Reimers - Paleodieta y paleonutrición.

Antonio Machado Carrillo - Estudiando a los chascones, récord de biodiversidad en Canarias.

Marta Sansón - Arrecifes y manglares: ecosistemas en la frontera entre la tierra y el mar.

Marcelino del Arco Aguilar - La flora y la vegetación canaria ante el cambio climático actual.

Alberto Brito - Influencia del calentamiento global sobre la biodiversidad marina de las islas Canarias.



Misterios de la Gea: Descifrando los enigmas ocultos en rocas, gases, agua y fuego (2009) – 172 pp.
[ISBN 978-84-613-4817-6]

Francisco Anguita - Marte y la Tierra: historia de dos planetas.

Edelmira Luis Brito - Los recursos hídricos de La Caldera de Taburiente.

Antonio Eff-Darwich - Tenerife bajo las leyes de la física.

Esther Martín González - El legado paleontológico de nuestras islas: un patrimonio a conservar.

Nemesio M. Pérez - Emisiones difusas, dispersas y silenciosas de dióxido de carbono en los volcanes.



Volcanes: Mensajeros del fuego, creadores de vida, forjadores del paisaje (2010) – 156 pp.
[ISBN 978-84-614-3579-1]

Esther Beltrán Yanes - Conviviendo con volcanes en el Valle de Santiago: el paisaje de la comarca de Santiago del Teide antes de la erupción del Chinyero en 1909.

Segio Socorro - Cavidades volcánicas de Canarias. Tipos y génesis.

Pedro Oromí - La fauna subterránea de Canarias: un viaje desde las lavas hasta las cuevas.

Consuelo E. Hernández Padrón - El desconocido y sorprendente mundo de los líquenes que pueblan las lavas.

Salvador Ordóñez Delgado - Estudio de la erupción del Chinyero por Lucas Fernández Navarro, una investigación vulcanológica pionera.

M. Carmen Solana - Peligros asociados a las erupciones de Tenerife, su impacto y reducción en caso de erupción futura.