

Landeira, J.M. (2011). 1. Plancton: un universo marino diverso y desconocido. En: Afonso-Carrillo, J. (Ed.), *Biodiversidad: explorando la red vital de la que formamos parte*. pp. 11-27. Actas VI Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias. ISBN: 978-84-615-3089-2.

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 sebadales 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).

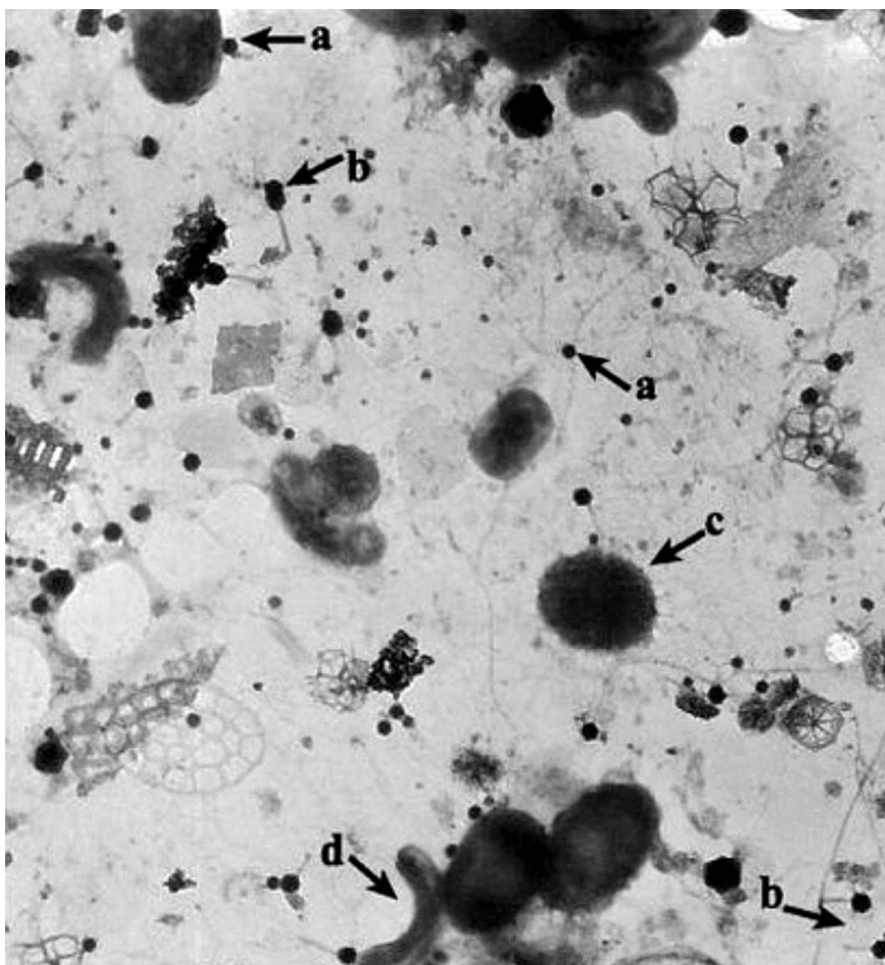


Fig. 1. Imagen de una muestra microscópica de plancton marino. Virus (a, b), bacterias (c, d).

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 *Emiliana 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).

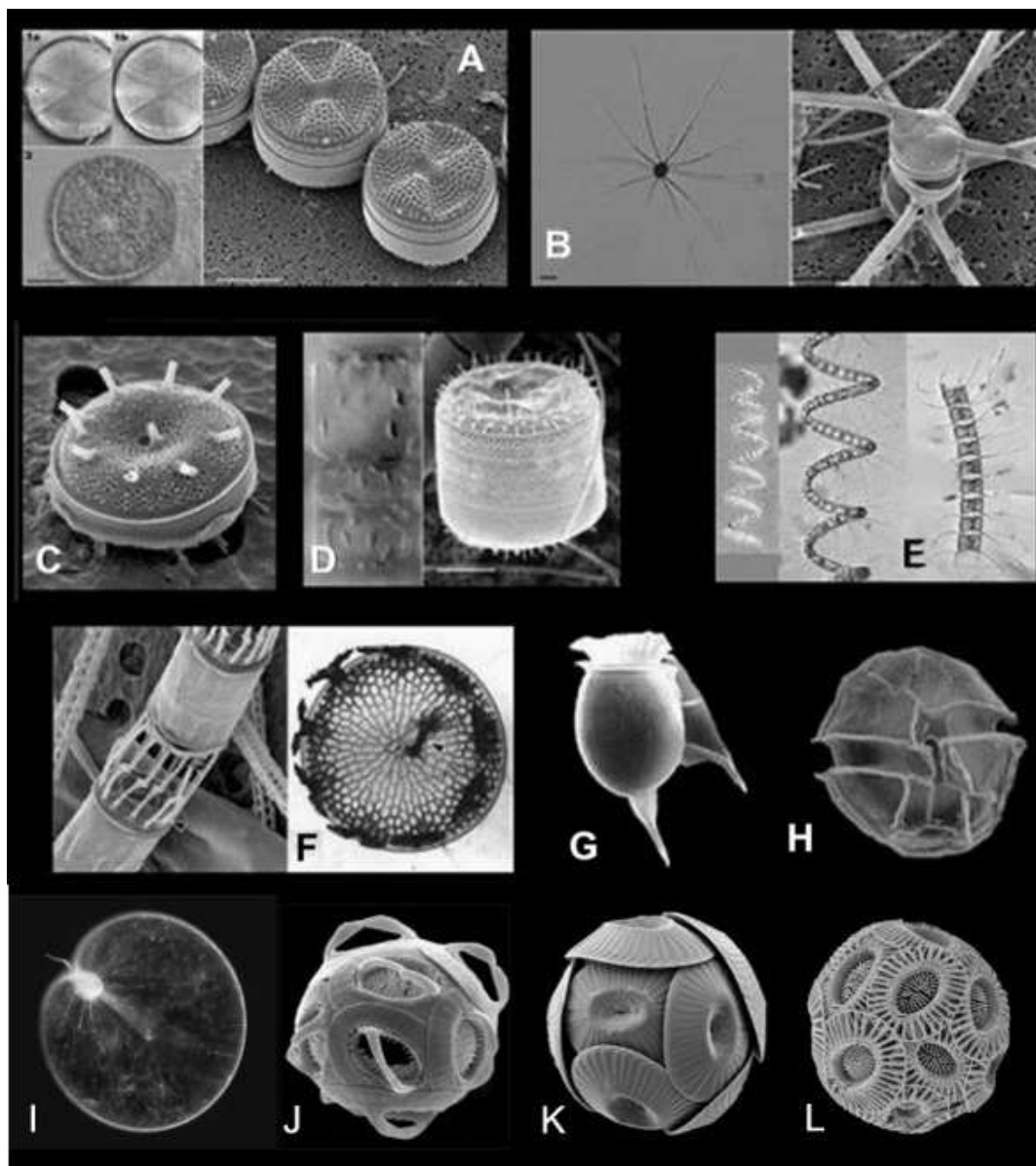


Fig. 2. Fitoplancton. Imágenes de especies representativas del fitoplancton: Diatomeas: (A) *Actinoptychus senarius*, (B) *Chaetoceros danicus*, (C) *Thalassiosira norden*, (D) *Lauderia annulata*, (E) *Chaetoceros curvisetus*, (F) *Skeletonema costatum*. Dinoflagelados: (G) *Dinophysis* sp., (H) *Gonyaulax* sp., (I) *Noctiluca* sp.. Cocolitofóreas: (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 pirocómidos, 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.

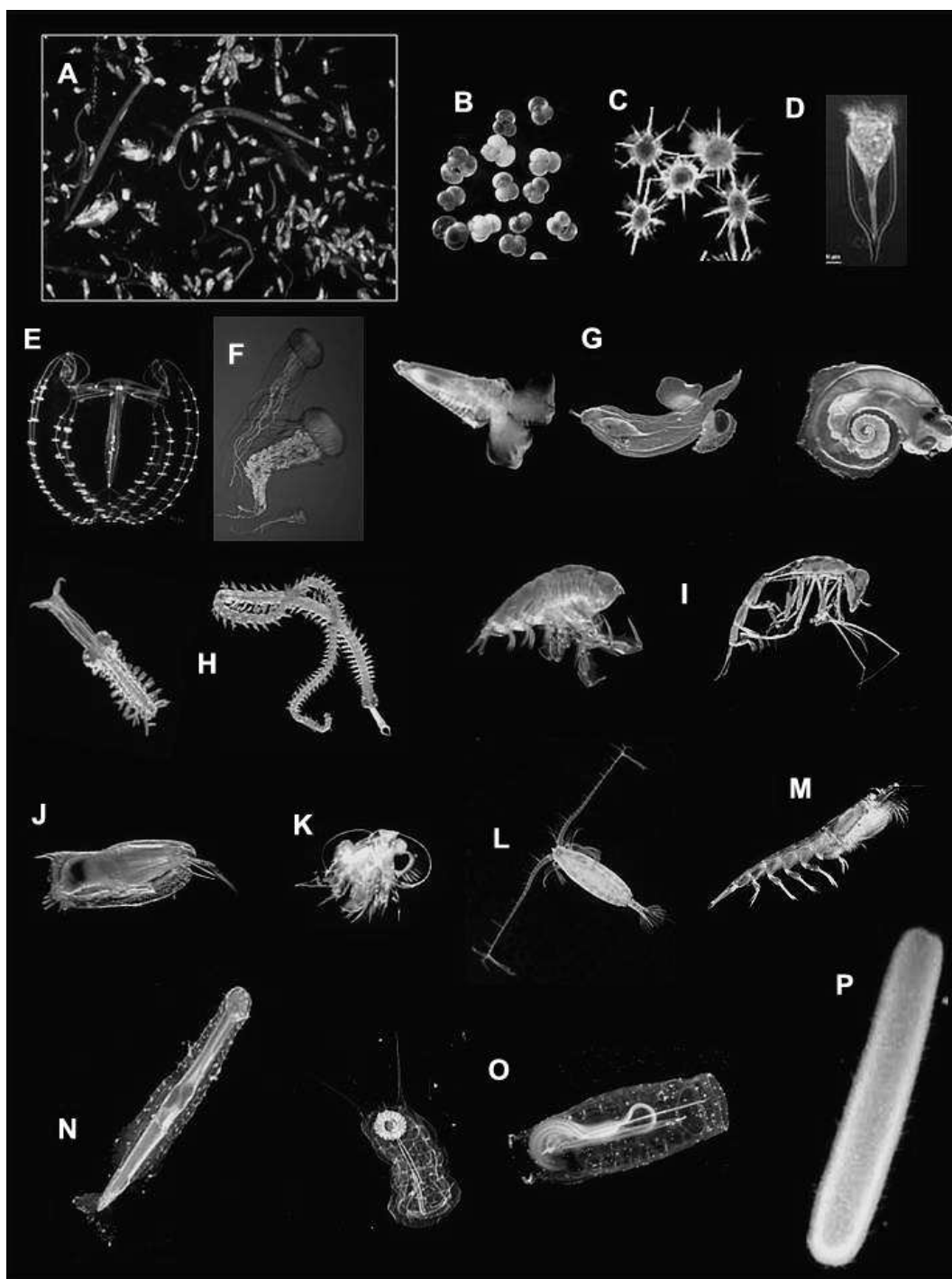


Fig. 3. Zooplancton: (A) Aspecto general de una muestra de zooplancton. Imágenes de grupos taxonómicos representativos del zooplancton: (B) foraminíferos, (C) radiolarios, (D) tintinoideos, (E) ctenóforos, (F) cnidarios, (G) moluscos, (H) poliquetos, (I) anfípodos, (J) ostrácodos, (K) cladóceros, (L)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

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

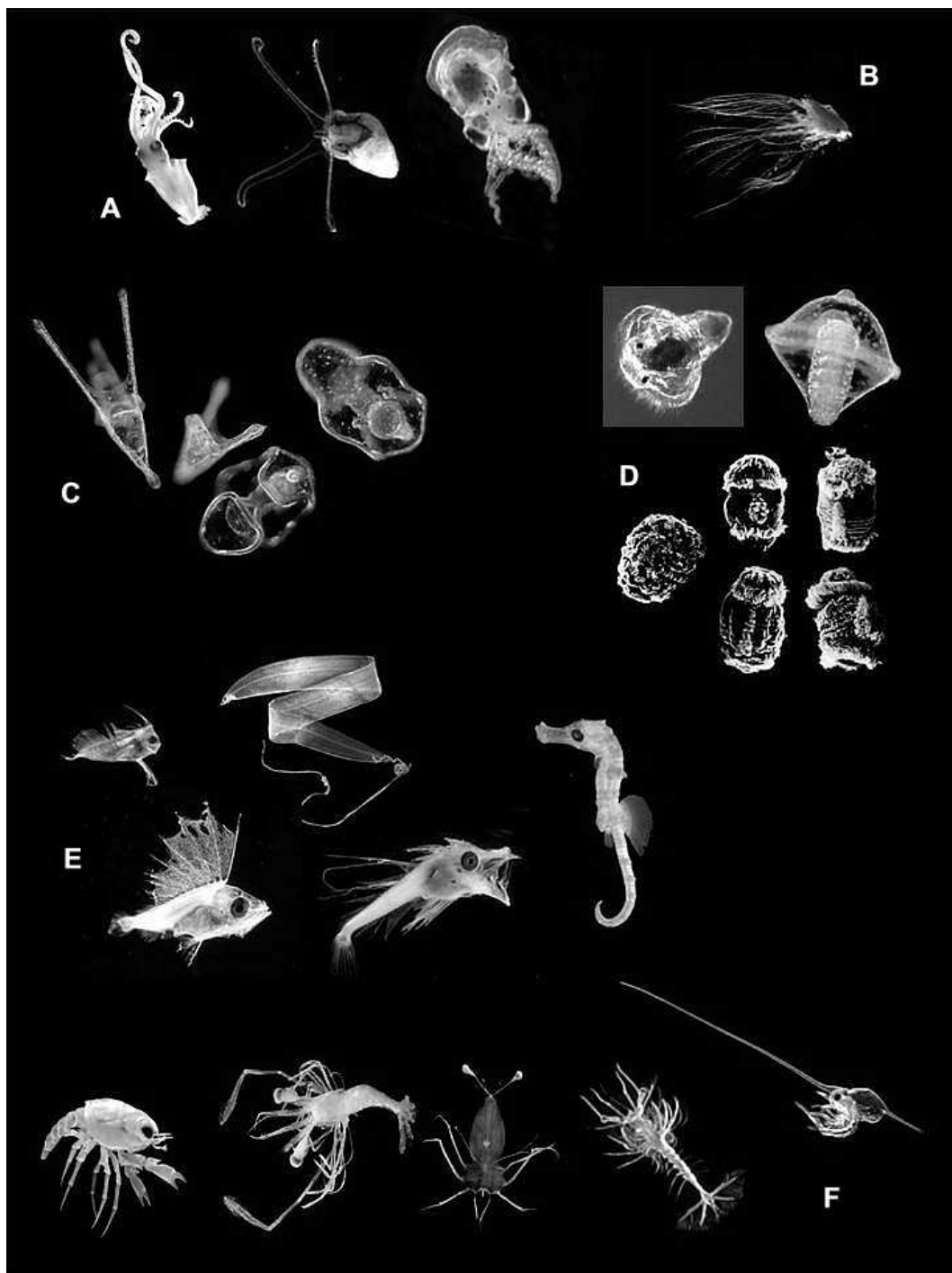


Fig. 4. Imágenes de grupos taxonómicos representativos del meroplancton: (A) cefalópodos, (B) cirrípedos, (C) equinodermos, (D) poliquetos, (E) peces, (F) decápodos.

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 mesoescalares 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.

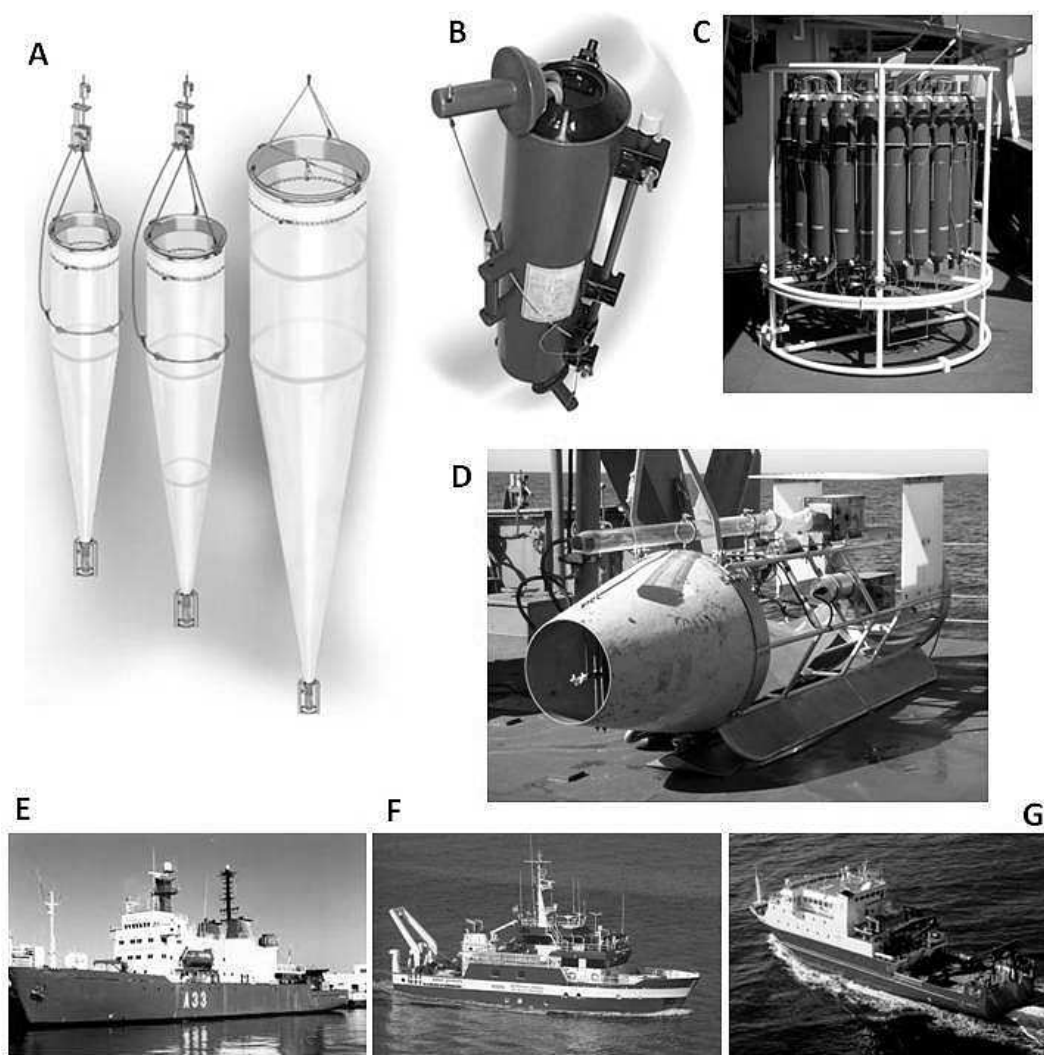


Fig. 5. La captura del plancton: (A) Redes planctónicas convencionales, (B) Botella oceanográfica abierta, (C) Roseta de botellas oceanográficas con CTD adaptado, (D) Multinet tipo Longhurst Hardy Plankton Recorder (LHPR) con CTD adaptado. Barcos oceanográficos de la flota española: (E) Hespérides, (F)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

Bi indicadores 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 CO_2 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.