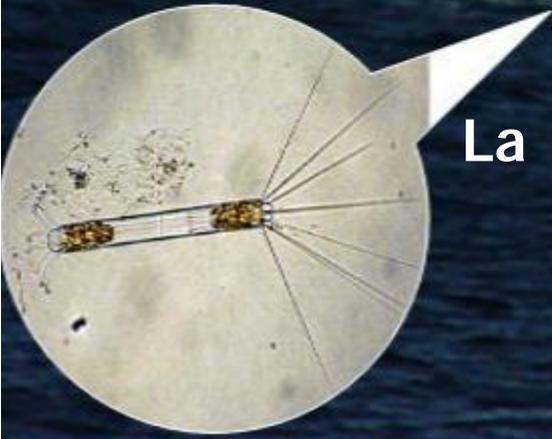




# ALGAS

Boletín de la Sociedad Española de Ficología. Junio - 2003 (nº 29). ISBN: 1695-8160.



La problemática del Prestige sigue viva

Globalización de los océanos

Navidades en la Antártida

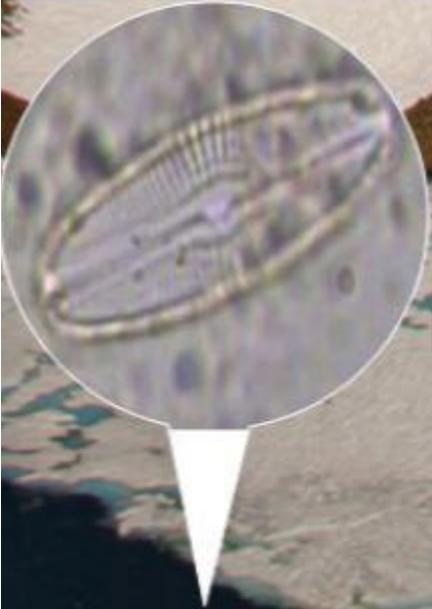
Algas de letras

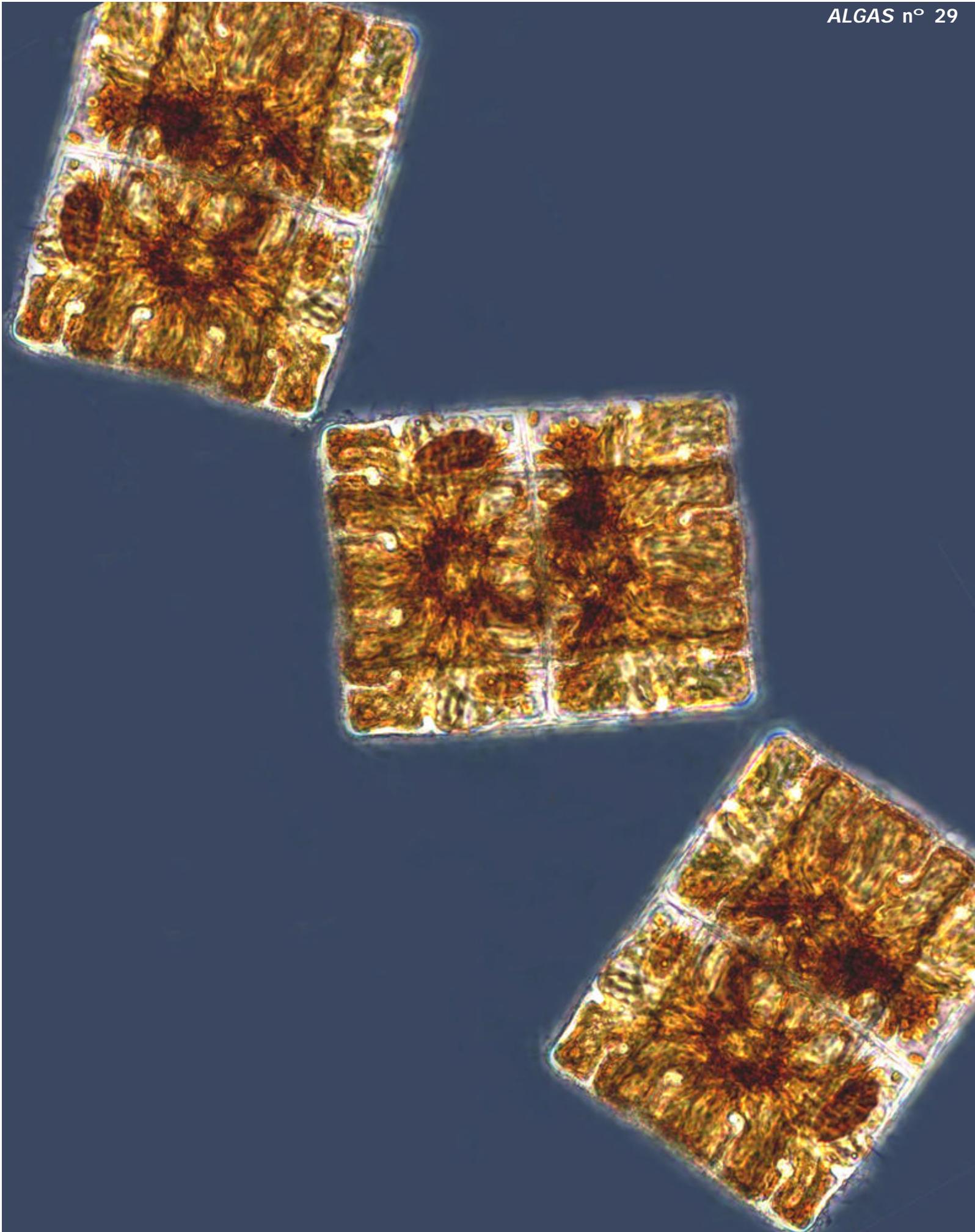
Flora Ibérica de las Algas Continentales

Reseñas bibliográficas

Metodología algológica

Miscelánea algológica





**Sociedad Española de Ficología  
S.E.F.**

<http://fces.udg.es/~cacrp/sef.es.htm>

**Junta Directiva**

Presidenta: Dra. Marina Aboal Sanjurjo  
Laboratorio de Algología.  
Departamento de Biología Vegetal.  
Facultad de Biología. Campus de Espinardo.  
30100-MURCIA  
Tel.: 968-364990 Fax: 968-363963  
maboal@um.es  
<http://www.um.es/ecoalgas>

Vicepresidenta: Dra. Ángela Noguero Seoane  
Dpto. Biología Animal, Biología Vegetal e Ecología  
Universidade da Coruña.  
Campus da Zapateira s/n  
15071-A CORUÑA  
Tel.: 981-16 70 00 ext. 2151 y 2237  
Fax: 981-167065  
nogseo@udc.es

Secretaria: Dra. Conxi Rodríguez Prieto  
Facultat de Ciències - Universitat de Girona  
Campus de Montilivi  
17071-GIRONA  
Tel.: 972-418157 Fax: 972-418150  
conxi.rodriuez@udg.es

Tesorera: Dra. M<sup>a</sup>. Carme Barceló i Martí  
Laboratori de Botànica - Facultat de Farmàcia  
Universitat de Barcelona  
Av. Joan XXIII s/n  
08028-BARCELONA  
Tel.: 93-4024490 Fax: 93-4035879  
mbarcelo@farmacia.far.ub.es

**ALGAS**

**Boletín de la  
Sociedad Española de Ficología**

**ISBN: 1695-8160**

<http://fces.udg.es/~cacrp/boletin.htm>

Editor: Dr. J. Eduardo Linares Cuesta  
Dpto. Botánica - Facultad de Ciencias  
c/Severo Ochoa s/n  
Universidad de Granada  
18071-GRANADA  
Tel.: 958-243268 Fax: 958-243254  
elinares@ugr.es

## Editorial

Iniciamos una nueva andadura en la ya larga y dilatada trayectoria de nuestra sociedad y de nuestro boletín. Como en todo nuevo camino que se nos abre las incertidumbres son numerosas, aunque los deseos de disfrutar del viaje y, sobre todo, de no recorrerlo sólo nos ayudan a dar el siguiente paso.

Como en toda jornada de marcha, lo primero que hacemos es lavarnos la cara. No queremos desarraigarnos de lo hecho hasta hoy (desde aquí, mi agradecimiento y reconocimiento a los anteriores editores del boletín), sino afrontar el porvenir con un rostro más limpio, ojalá, deslumbrante. Esperamos ofrecer un boletín en el que estén las opiniones, intereses e inquietudes de cualquier ficólogo: macros y micros, salados y dulces, genéticos y taxónomos, jóvenes y veteranos... queremos un ALGAS de, por y para todos. Para conseguirlo os animo, desde aquí, a colaborar con nosotros, tanto desde la participación activa (enviándonos artículos, reseñas de tesis, libros, congresos...) como desde la opinión (cartas al editor, críticas constructivas, recomendaciones, etc.).

En este número recogemos diversos trabajos sobre el Prestige, desde tres perspectivas hasta ahora quizás poco consideradas: por un lado, la visión desde fuera de nuestro país; de otra parte, las iniciativas puestas en marcha para analizar-solucionar éste y otros problemas similares (he de agradecer en este punto la colaboración de los que respondieron positivamente a nuestra llamada, y aclarar que la Xunta de Galicia declinó nuestra invitación); finalmente, una visión global de los problemas que amenazan a nuestros mares y océanos. En las clásicas cuestiones ficológicas incluimos diversos trabajos (un poco de todo) y la presentación del Proyecto Flora Ibérica de las Algas Continentales, en marcha recientemente. Además, estrenamos una sección que tuvo antecedentes en nuestro boletín y en la que, entre otros y desde hoy, ofreceremos los diversos protocolos de muestreo que, con la puesta en marcha del proyecto anteriormente mencionado, se han preparado, y que son una útil guía metodológica. Además, reseñas de libros, de tesis, tesinas y proyectos de fin de carrera leídos... todos ellos relacionados con nuestro mundo algal. Una nueva sección nos acercará, en cada una de nuestras citas, a una página web de interés para los ficólogos. Para terminar, el ya clásico resumen de los cursos, congresos, seminarios, etc. en vigor.

Esperamos que el aperitivo sea de vuestro agrado, y que participéis de futuras comidas preparando vuestros propios platos. Gracias a todos y... ¡buen provecho!

El editor.

## Índice, nº 29. Junio de 2003.

Editorial e índice.....	3
Saludo de la nueva Junta Directiva de la SEF.....	4
<u>La problemática del Prestige sigue viva</u>	
Irresponsabilidad-Insensibilidad-Ineficiencia: Ecosistema marino, por el Dr. M.Sommer.....	5
El Proyecto LRIEcoA1: Investigando las relaciones entre persistencia, potencial de bioacumulación y efectos a largo plazo de las sustancias químicas en los medios marino y terrestre, por el Dr. J.Tarazona.....	12
Programa de Lucha contra la contaminación marina por hidrocarburos. Operativo ERGOS, por WWF/Adena Canarias.....	13
Contaminación y destrucción del medio marino, por el Dr. P.Sánchez.....	17
<u>Cuestiones ficológicas</u>	
Globalización de los océanos. Plagas marinas, por el Dr. M.Sommer.....	18
Navidades en la Antártida, por el Dr. L.Lubián.....	22
Algas de letras, por el Dr. M.Álvarez.....	24
Flora Ibérica de las Algas Continentales, por el Dr. J.Cambra.....	26
<u>Reseñas bibliográficas</u>	
Marine Benthic Algae of Namibia, de Jordi Rull, por el Dr. T.Gallardo.....	27
<u>Tesis, tesinas y proyectos fin de carrera</u>	
Las diatomeas bentónicas de las lagunas de alta montaña del Parque Nacional de Sierra Nevada. Estudio comparado con las colecciones del Herbario de la Universidad de Granada, por el Dr. J.E.Linares.....	28
Algas bentónicas marinas del Puerto de A Coruña (N.O.Península Ibérica). Tipificación florística y ambiental, por la Lda. V.Peña.....	30
<u>Metodología algológica</u>	
Muestreo y conservación de microalgas para la Flora Ibérica de las Algas Continentales (FIBA), por el Dr. P.Sánchez.....	33
Las técnicas moleculares como herramientas complementarias en estudios con cianoprocariotas, por la Dra. P.Mateo.....	34
<u>Cursos, congresos, seminarios</u> .....	36

## Saludo de la nueva Junta Directiva de la Sociedad Española de Ficología (S.E.F.)

Dra. M. Aboal Sanjurjo

Presidenta de la S.E.F.

maboal@um.es

Queridos socios de la SEF:

Hace ya seis meses que se procedió a la renovación de la Junta Directiva de nuestra asociación. En primer lugar debemos agradecer a los miembros de la anterior Junta todo el trabajo realizado en los últimos años y la ayuda prestada en el proceso de transferencia.

La SEF se aproxima a los veinte años de existencia. Durante esta larga travesía se han hecho muchas cosas pero también queda probablemente mucho por hacer. En este tiempo el interés por las algas ha ido en aumento en nuestro país. Hay en la actualidad un gran número de investigadores que trabajan en aspectos biotecnológicos, o más aplicados, que permanecen probablemente ignorantes de la propia existencia de la sociedad. Lo mismo podría decirse de algunos ambientalistas de medios acuáticos. Creo que puede ser enriquecedor para todos tratar de que se integren en la SEF, colaborando en sus actividades y aportando sus ideas.

Un aspecto que tampoco conviene olvidar, sino más bien fomentar, es el de las relaciones con otras sociedades similares de nuestro ámbito geográfico y cultural. En muchos casos existen colaboraciones, más o menos intensas, entre grupos de varios países iberoamericanos o portugueses con grupos españoles, pero raras veces sus integrantes participan de una manera activa en la sociedad. Indudablemente la mejor vía para incrementar estas relaciones es a través de nuestros principales medios de expresión: la página web y el boletín ALGAS. Ambos deben constituir un objetivo prioritario y ambos han experimentado algunos cambios, que esperamos cuenten con vuestro beneplácito.

En el plano más general de la divulgación podríamos inscribir los cursos que anualmente organiza la SEF, generalmente destinados a estudiantes; aunque este tipo de cursos no debe excluir la organización de otros que pueden ser más especializados. Tratando de profundizar en el campo de la divulgación no estaría mal retomar el tema ya conocido de las "fichas algológicas/ficológicas". Otros colectivos de criptogamistas abordaron esta empresa hace ya mucho tiempo y con notable éxito. Se trataría de publicar junto con el boletín fichas en color, destinadas a aficionados fundamentalmente, en las que junto con fotos se aportaran descripciones, distribución para España (Península e Islas), usos, etc. Este tema se ha tratado de abordar en varias ocasiones pero nunca ha llegado a cristalizar. ¿Será ahora el momento? ¿Te apetece formar parte de una comisión encargada de la edición de las fichas del medio marino y/o del continental? En función del éxito de una iniciativa de estas características nos podría-

mos plantear otras más ambiciosas como la edición de una colección completa. Es muy probable que los estudiantes de Biología, Ciencias Medioambientales, Biología Marina, Ciencias del Mar, clubes de buceo, recibieran con entusiasmo una colección de fichas de estas características, habida cuenta de la absoluta carencia de materiales de este tipo.

Como todos sabéis cualquier sociedad no es más que lo que los socios quieren. Dicho de otra manera: ninguna iniciativa puede llevarse a cabo sin vuestra participación. Os animo a colaborar y a enviar todas las sugerencias que se os ocurran y puedan contribuir a fortalecer tanto la sociedad como sus actividades.

En la última página del boletín encontrareis las nuevas cuotas (actualizadas) y las nuevas formas de pago. Para facilitar todos los trámites y el trabajo de tesorería se ha optado por solicitar el pago de las cuotas de socio únicamente por domiciliación bancaria. Este es el medio de pago más usual en la mayor parte de las sociedades. A aquellos que todavía no tengan domiciliados sus pagos les pedimos excusas por el cambio pero pueden estar seguros que será en beneficio de todos.

Junto con nuestro más afectuoso saludo queremos haceros llegar nuestros deseos de saludaros personalmente el próximo mes de diciembre en Murcia.

Dra. Marina Aboal Sanjurjo

Presidenta de la Sociedad Española de Ficología

**Irresponsabilidad - Insensibilidad - Ineficiencia: Ecosistema Marino**

Dr. M. Sommer

Universidad de Kiel, Alemania

stu38884@mail.uni-kiel.de

Prestige-ESPAÑA: "carecer de una planificación costera para un desarrollo ordenado, esta situación pide de manera urgente una iniciativa de MANEJO COSTERO INTEGRADO (MCI)".

Los océanos y sus costas continúan en un proceso de deterioro 21 años después de firmada la Convención sobre el Derecho del Mar acordada para protegerlos.

Hace sólo 50 años el mar era todavía en gran parte un espacio natural virgen. Hoy día, sin embargo, la contaminación, que en proporción más o menos del 80% procede de actividades terrestres, es una amenaza para la salud de los océanos, en particular las zonas costeras, que son las más productivas del medio marino.

Si se relegan al olvido las necesidades ecológicas de los ecosistemas costeros el estado de deterioro del medio marino se convertirá en impedimento del desarrollo sostenible en lugar de un recurso para el mismo.

¿Por qué el Gobierno español demostró tanta irresponsabilidad e insensibilidad ante la catástrofe del Prestige? Puesto de manifiesto en la actuación de los responsables en los momentos de la crisis.

¿Por qué España carecía de un Programa de Manejo Integrado Costero, habiendo observado lo que ocurrió con el buque Erika frente a las costas de Bretaña y País del Loira?

¿Por qué el Gobierno no ha hecho prácticamente nada para controlar el tráfico marítimo de productos tóxicos y peligrosos por las aguas jurisdiccionales?

¿Por qué el Gobierno español permaneció inactivo, con la esperanza de que el petróleo no llegara a las costas?

¿Por qué no se ha extraído ninguna lección positiva (cinco accidentes en los treinta últimos años)?

¿Por qué los gobiernos del mundo siguen consintiendo que el transporte del petróleo en el mar sea regido por una red de sociedades pantalla?

¿Por qué navega el Prestige en un área marina particularmente sensible?

¿Por qué España carece de buques con bombas de succión del fuel y tanques de recogida del combustible derramado?

¿Por qué 14 kilómetros de flotadores se desplegaron para proteger la costa noroeste de España, cuando hubieran sido necesarios entre 80 y 100 kilómetros de barreras de protección?

¿Por qué Galicia, por su historial de siniestros y porque es uno de los puntos del mundo con mayor tráfico de mercancías peligrosas, cuenta con un sólo remolcador con la capacidad de 3.500 caballos de potencia?

¿Por qué España, signataria del convenio internacional Marpol, no cumple? Dicho convenio obli-

ga a cada país firmante a disponer de medios y equipos para hacer frente a la lucha anticontaminación.

¿Por qué la empresa dueña (Crown Resources) de la carga del barco accidentado frente a las costas gallegas abonó 20.500 dólares, precio equivalente al de un petrolero de doble casco, un 50% más?

¿Por qué la carga del buque estaba asegurada en 12 millones de euros, el doble que el barco?

¿Por qué se desconocía el puerto final de destino? El Prestige debía esperar órdenes en Gibraltar.

¿Por qué existía una importante cadena de intermediarios y, con ello, de comisiones? (la armadora contrató a una manager, Universe Maritime, que con la intervención de un broker londinense cerró el acuerdo para el flete con Crown Resources).

¿Por qué no se había formado personal capacitado con equipamiento adecuado?

¿Por qué se demostró tanta ineficacia en la colocación de las barreras anti-contaminación?

¿Cómo es posible que esto ocurra, existiendo el antecedente de haber recibido el Prestige dos sanciones por presentar infracciones de seguridad?

¿Por qué navegaba tan cerca de la costa gallega (20 millas)?

¿Quién o quiénes se harán responsables de los daños provocados?

¿Qué ocurrirá con los 4 mil pescadores gallegos y las más de 20 mil personas empleadas en industrias asociadas a la pesca en la costa gallega (estas cifras se elevan a 119.874 personas si incluimos el empleo directo e indirecto, el 12,2% del empleo total gallego) que quedarán probablemente sin empleos?

¿Hasta cuando se mantendrán las ayudas si la flota se ve obligada a permanecer amarrada mucho tiempo?

¿Qué sucederá con las 50 mil toneladas de petróleo que se hundieron?

¿Cuánto tiempo necesitará el Prestige para verter todo su veneno hacia la superficie?

¿Cuántos tanques del Prestige están intactos?

¿Por qué no se puede responsabilizar a los flotadores que utilizan naves de casco sencillo?

¿Por qué se acepta que los armadores transporten petróleo con seguros tan inadecuados?

¿Cómo se puede conocer la identidad del propietario del buque Prestige?

¿Quién es el responsable en ESPAÑA y la Unión Europea frente a la falta de voluntad política demostrada, al no haber tomado las medidas efectivas y urgentes contra este accidente?

¿Cómo se puede conocer el origen del petróleo que llevaba el Prestige en sus paneles?

¿Por qué los políticos no persiguen a los responsables de estos desastres?

El 19 de noviembre del 2002 el buque petrole-

ro Prestige, en condiciones de ser desguazado, con bandera de Bahamas, armador griego y fletador anglo-suizo, se partió en dos y se hundió a 133 millas de las costas gallegas, con 50.000 toneladas de un combustible pesado conocido como FUEL n°6 en sus tanques. Hasta la fecha 20.000 toneladas se liberaron del buque, generando una auténtica catástrofe ECOLÓGICA, ECONÓMICA y SOCIAL en una región eminentemente dependiente del mar.



19-XI-2002: El Prestige se hunde

España, país dotado de abundantes recursos naturales, es poseedor no sólo de un alto potencial para generar riquezas sino de una posición geográfica que le brinda la más variada diversidad de ecosistemas, tierras fértiles y copiosas lluvias, factores que lo convierten en un país privilegiado.

Pero a pesar de tener todas estas ventajas ha demostrado con el accidente y hundimiento del Prestige a 270km de la costa de Galicia carecer de una planificación para un desarrollo ordenado. Esta situación pide de manera urgente una iniciativa de MANEJO COSTERO INTEGRADO (MCI). El objetivo del MCI es claramente consistente con los compromisos nacionales e internacionales para el desarrollo sustentable de todos los ambientes (terrestres y marinos), estén o no sujetos a múltiple jurisdicción, desde las cuencas altas (cuencas hidrográficas) hasta los límites exteriores de las zonas económicas exclusivas.

La gestión integrada de los sistemas costeros constituye hoy en día un elemento de referencia obligado en el tratamiento de las cuestiones costeras en el contexto de políticas de desarrollo sostenible. Parte sustantiva de esta gestión integrada es la forma de organización de dicha gestión y, de manera más concreta, el marco de referencia: el ecosistema costero.

En efecto, el ecosistema costero constituye la unidad ambiental fundamental en donde interaccionan el medio físico y las actividades humanas y permite tener una visión global de los procesos relacionados con la costa.

Debemos enfrentar enormes desafíos con el aumento de la población, mucha de la cual se concentra en ciudades costeras. Para que una actividad económica se desarrolle para sostener el proceso inevitable de urbanización costera, se requiere un ambiente productivo. Si adoptamos un sistema de manejo que reduzca el peso de nuestras exigencias sobre los recursos naturales a nivel mundial, se podrían presentar diversas oportunidades. Necesitamos un cambio en

nuestros sistemas de valores que podamos aplicar en la planificación de desarrollo costero.

En España 600 petroleros atraviesan cada día el estrecho de Gibraltar y navegan por aguas españolas, bordeando la costa de la Muerte (Galicia), lo que supone el 10% del tráfico marítimo internacional. En los últimos 30 años, el litoral de la comunidad ha sufrido siete de las once mayores catástrofes marítimas en Europa. Galicia no ha tomado nota de este dato y la realidad se ha empeñado en demostrar, nuevamente, que no dispone ni de los medios técnicos ni de la formación para afrontar un trágico episodio que se repite, aproximadamente, cada cuatro años.

Según el Institut of Shipping Economics and Logistics de Bremen (Alemania) de los 7.894 petroleros en activo, 3.077 han cumplido los 20 años y 1.500 sobrepasan los 50. Y ello a pesar de que la estadística sobre tonelaje anual perdido desde 1988 a 1998 indica que el riesgo de hundimiento se multiplica por 25 cuando los buques tienen más de 20 años. Pero los buques no se modernizan por los costes de fabricación, la competencia en aras del abaratamiento de los fletes y la falta de regulación. Sólo 2.077 tienen doble casco, y los otros 5.243 son monocascos. Desde 1970 a 2002 más de mil quinientos petroleros sufrieron accidentes, habiendo derramado cerca de cinco millones de toneladas.

El flete del "Prestige" tuvo un sobrecoste del 50% por transportar fuel muy tóxico. Crown Resources, la empresa dueña de la carga del barco accidentado desembolsó 20.500 dólares por día, precio equivalente al de un petrolero de doble casco. La carga estaba asegurada en 12 millones de euros, el doble que el barco.



Prestige: alto coste económico y ecológico

Los accidentes a nivel mundial obligaron en 1993 a la Organización Marítima Internacional, organismo de las Naciones Unidas, a establecer que los petroleros que se fabricaran a partir de esa fecha debían contar con doble casco. Los ya existentes tendrían que, al cumplir los 25 años, dotarse de mayores medidas de seguridad para prorrogar su vida, y dejar de utilizarse a los 30 años. Sin embargo, esta normativa no afecta a todos los petroleros -sólo están obligados los de más de 20.000 toneladas para crudo y más de 30.000 para productos petrolíferos refinados o químicos-.

El abanderamiento en países como Bahamas,

## PRESTIGE

Malta, Liberia, Honduras o Chipre permite importantes ahorros, que pueden llegar al 30%. Además, las inspecciones técnicas son menos rigurosas. En cualquier caso, el ahorro está garantizado con el pago de menos impuestos y peores condiciones laborales para la tripulación. Con las banderas de conveniencia, aparte de aumentar los beneficios a costa de la seguridad, se intenta también eludir responsabilidades en caso de accidente.

La marea negra producida por el buque Prestige afecta a más del 85 por ciento de las costas gallegas: 913 kilómetros de los 1.121 que conforman el litoral gallego. El fuel oil está afectando a zonas de importantísimo valor ecológico, en su mayor parte protegidas y catalogadas por su interés medioambiental, paisajístico y faunístico. La Costa da Morte, el humedal de Corrubedo y Baldaio, la desembocadura del río Anllóns, la laguna de Traba, son sólo algunos ejemplos de las zonas afectadas, que además se encuentran entre las áreas ornitológicas más ricas de Europa. También están afectadas las islas Sisargas y el cabo Vilán, donde se encuentran las últimas colonias de arao común (*Uria alge*), cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis*), gaviota tridáctila (*Rissa tridactyle*), etc. La Sociedad Española de Ornitología calcula en 17.000 el número de aves muertas o muy afectadas por la marea negra. La zona afectada es, sin lugar a dudas, además de un enorme atractivo turístico. La Costa da Morte, el litoral y las rías gallegas son lugares de referencia turística por su paisaje, entorno natural y peculiaridades etnográficas, razón por la cual se pretendía convertir en un activo económico más para los habitantes de la zona.

La costa posee, además, una extraordinaria riqueza en especies de peces, moluscos y crustáceos marinos (jurel, pulpo, almejas, mejillones, percebes, centollas, nécoras, etc.) de gran valor en el mercado del consumo humano. Esta situación se ve agravada por el hecho de que los hidrocarburos poliaromáticos y los metales pesados presentes en el petróleo de este buque presentan serios problemas para el medio ambiente y la salud humana (irritaciones en la piel, cáncer, daños en el sistema nervioso y médula, la cual puede producir anemia, y otros desórdenes en la sangre y eventualmente leucemia). Los hidrocarburos aromáticos pueden entrar en el organismo por tres vías: respiratoria, piel y digestiva. La vía respiratoria se presenta ahora como la más problemática, a largo plazo será preciso controlar la acumulación de estos hidrocarburos en los organismos vivos. El benceno puede también atravesar la placenta y afectar un feto en desarrollo. Por supuesto, el evidente y gravísimo impacto biológico y ecológico no puede deslindarse del impacto económico, que perdurará durante mucho tiempo. Es preciso, tener en cuenta tanto los efectos económicos sobre las actividades productivas ligadas directa o indirectamente al mar (bienes y servicios de mercado), como los efectos económicos sobre los bienes y servicios que no son objeto de explotación mercantil pero que son indispensables para la sustentabilidad económica y ecológica (bienes y servicios de no mercado), como son el patrimonio natural y la pérdida de la riqueza de ecosistemas marinos únicos de la Unión

Europea en el Atlántico Norte.

Las personas que trabajan directamente en la pesca extractiva gallega son 41.600, de ellas 18.400 en la provincia de A Coruña casi todas afectadas en este momento por la marea negra; además, 9.200 personas trabajan en el marisqueo y 13.422 en la acuicultura (estas cifras se elevan a 119.874 personas si incluimos el empleo directo e indirecto, el 12,2% del empleo total gallego). La flota gallega es de 8.811 buques, de los que 6.000 son artesanales y más de 2.000 se dedican también a la pesca costera, que son las flotas más afectadas por la catástrofe. La producción pesquera gallega supone alrededor de un 40% de la española, siendo la primera región pesquera de Europa. La destrucción del medio marino afectará además a otros sectores que viven y trabajan directamente de éstas (rederas, transportistas, manipuladores en puerto, astilleros, abastecedores de suministros, comercializadores...), o al resto de la economía (hostelería, comercio, sector inmobiliario, turismo...). A esto habrá que añadirle la pérdida en la calidad de vida, por la destrucción del entorno y del paisaje e incluso de la propia cultura del pueblo gallego, por estar ésta desde tiempos inmemoriales unida al mar.



Islas Cíes

La gestión integrada de las zonas costeras es un proceso dinámico, pluridisciplinario e interactivo destinado a fomentar el desarrollo sostenible de las zonas costeras. Abarca todo un ciclo que incluye la recopilación de información, la planificación (en el sentido amplio de la palabra), la toma de decisiones, la gestión y el control de la aplicación.

La gestión integrada de las zonas costeras recurre a la participación informada y a la cooperación de todas las partes interesadas para evaluar los objetivos sociales de una zona costera determinada (Galicia) y adoptar las medidas oportunas.

La gestión integrada de las zonas costeras se propone equilibrar, a largo plazo, los objetivos ambientales, económicos, sociales, culturales y recreativos, dentro de los límites que establece la dinámica natural.

El desarrollo implica inevitablemente cambios ambientales. El reto para el manejo de las zonas costeras y marinas es el de poner en balance las necesidades del desarrollo en el corto plazo, con la sustentabilidad a largo plazo de los ecosistemas, hábitats y recursos, de forma tal que el margen de alternativas y oportunidades disponibles para las futuras generaciones no se vea disminuido por las consecuencias de las deci-

siones de desarrollo sostenible.

Nuestro nivel de concienciación ambiental está en función de nuestra base educacional y filosofía sobre el papel de la humanidad. Existen aquellos que sienten que el ser humano debe dominar sobre su ambiente; que la contaminación es un mal necesario y que la degradación causada por la urbanización costera es inevitable. Hay otros que piensan que la humanidad tiene un papel interactivo y de apoyo a jugar en los ecosistemas y que aportes tales como la contaminación deba ser reducida. Los esfuerzos para establecer una sinergia entre la urbanización costera y el ambiente pueden lograrse solamente si damos prioridad al ambiente. Este enfoque reducirá el conflicto entre usuarios competitivos de zonas costeras, porque todos estarán sujetos a un compromiso que supera los intereses individuales de cualquier usuario.

La capacidad de aplicar las Ciencias Marinas en España para manejar los recursos costeros esta significativamente rezagada en relación con el manejo de los sistemas terrestres y de aguas dulces. Se debería comprender que al tiempo que se deterioran los recursos físicos y biológicos de las zonas costeras, también se reducen las oportunidades de una actividad económica sostenible y empeoran las condiciones sociales.

En España se practica un enfoque sectorial al manejo de las zonas costeras como lo demostró el hundimiento del petrolero Prestige, a tal punto que son varios las instituciones nacionales y locales que se ocupan de los diferentes recursos (agua tierra, pesquerías, imposición del cumplimiento de la ley, etc.) en la misma zona. El Manejo Costero Integrado en España debería evaluar la situación de su zona costera y determinar las prioridades de acción a nivel regional, nacional y local.



Playa de Barrañán (Arteixo)

La zona costera de España se enfrenta con problemas graves de destrucción del hábitat, contaminación del agua, erosión de la costa y agotamiento de los recursos. La contaminación de sus costas y la destrucción del hábitat van de la mano. Varias zonas de la costa han sido utilizadas con fines industriales y urbanos o están saturadas de infraestructuras portuarias, la presión social por mantener las aguas costeras limpias es mínima, pues no ocurren daños funcionales directos e inmediatos sobre la economía ya consolidada de las actividades mencionadas. Las industrias, los puertos y

los desarrollos habitacionales pueden seguir en funcionamiento sin mayor problema, aun con las aguas costeras severamente contaminadas, convertidas en cloacas. En menor grado ocurre algo parecido con el turismo de playa. Las playas son bañadas por aguas contaminadas, sea en ciertos épocas del año o de manera intermitente a lo largo de todo el año.

La erosión costera, cuya consecuencia más visible es la desaparición de las playas en el 2002. La construcción de diques, espigones y puertos deportivos, la contaminación que sufren y la destrucción de los fondos marinos impiden que las playas puedan defenderse de los temporales. Cataluña, Baleares y la Comunidad Valenciana han sido en el 2002 las más afectadas. En ese año se contabilizó 33 nuevos puertos deportivos y 31 ampliaciones de puertos comerciales.

España sigue acumulando sanciones de la Comunidad Europea por el incumplimiento de las normativas de calidad de sus aguas. A la contaminación ocasionada por los puertos y por los emisarios submarinos -largas tuberías que se adentran en el mar por donde salen las aguas residuales en ocasiones escasa o nulamente depuradas.

En el año 2002, veintiséis playas presentaron muy mala calidad es sus aguas y a pesar de que el turismo es una de las principales fuentes de ingresos en el Estado Español.

Los medios de comunicación de masa promueven el concepto que el prestigio aumenta con el consumo. Se puede llegar a contrarrestar esta influencia creando un prototipo influyente de "ciudadanos para mañana", poseyendo actitudes inherentemente sensibles hacia un equilibrio entre la urbanización costera y la conservación. Los beneficios para futuras generaciones a menudo se confronta con la necesidad de crear empleos a corto plazo. Muchos factores contribuyen a ahuyentar los capitales de inversión, en general la urbanización costera mal planificada, una alta tasa de delincuencia y criminalidad, el exceso de contaminación, paisajes deteriorados, la pérdida de hábitats, etc.

La población del mundo se a duplicado en 50 años y podría doblarse nuevamente en otros 50 años. Dentro de dicho período mucho más gente vivirá dentro del perímetro a 10 kilómetros de la costa que en ninguna otra situación. Muchas de las playas escénicas, arrecifes de coral y parques costeros desaparecerán a medida que aumentan las poblaciones costeras. Se puede argumentar que el turismo, que genera en empleo para unas 300 mil millones de personas en todo el mundo, considera las condiciones estéticas como altamente valiosas. Pero para conseguir un equilibrio entre el ser humano y la naturaleza, necesitamos poner al ambiente en primer plano al planificar tales proyectos de desarrollo. En resumen es necesario poner en juego una nueva manera de pensar que ponga al medio marino en primer plano.

La Organización Marítima Internacional adoptó en 1991 el concepto de Áreas Marinas Particularmente Sensibles (PSSA), -áreas vulnerables a daños por actividades de navegación internacional- que necesitan protección especial por su significado ecológico, eco-

**PRESTIGE**

nómico, cultural o científico. Las PSSA son marcadas en cartas náuticas internacionales, y los marineros requieren de un cuidado extra cuando navegan a través de ellas. La verdadera tragedia es que en 11 años desde que fueron introducidas las PSSA, solo 5 han sido designadas mundialmente. La línea costera de Galicia es una de ellas.

España hubiera podido adoptar además medidas de protección adicionales para la costa de Galicia y salvaguardarla contra riesgos particulares asociados con la navegación internacional. Incluyendo la prohibición de circulación de navíos de un solo casco, la identificación de áreas que deberían ser evitadas y de rutas recomendadas, el requerimiento a bordo de pilotos experimentados cuando los barcos pasan por la costa de Galicia y el requerimiento de un reporte obligatorio cuando las embarcaciones transiten en las áreas sensibles.



Barreras artificiales en Camariñas

La hipótesis de que el desarrollo ordenado (pesca, playa, turismo etc.), resulta naturalmente de la acción adecuada en cada sector, esta largamente negada en todos los países donde se ha aplicado, incluso si las leyes y normas se cumplen adecuadamente. La dinámica del conjunto es algo más que la suma de las partes, y el manejo integrado requiere de visión de conjunto y de largo plazo, alentar la preparación de planes municipales para zonificar y ordenar el territorio y aceptar recursos y reglas del juego consistentes para construir la nueva realidad sitio por sitio y con la participación local, parecen ser los mecanismos claves de Manejo Integrado Costero.

Los vínculos estrechos (por los procesos humanos y físicos) entre los componentes marinos y terrestres de las zonas costeras requieren que su gestión siempre tenga en cuenta ambos aspectos, así como las cuencas hidrográficas correspondientes. Dado que la extensión en que se observa una interacción del mar y de la tierra depende de la zona de que se trate, no conviene establecer una definición geográfica general a priori de las "zonas costeras". En efecto, suele ocurrir que fuerzas o zonas de impacto importantes estén situadas en otras unidades administrativas, probablemente lejos de la costa, ya que varios de los sistemas que influyen en las zonas costeras (redes de transporte, flujos demográficos, cambios en la utilización del suelo, sistemas de transporte de la contaminación, etc.) están dispersadas físicamente. En el caso de las pequeñas islas, la gestión de las zonas costeras

será en principio sinónimo de ordenación y gestión de la isla entera y de su entorno marino.

La ordenación y gestión integradas son un proceso que se desarrolla y evoluciona con los años o las décadas. La gestión integrada de las zonas costeras no garantiza la resolución inmediata de todos sus problemas, sino que procura avanzar hacia la integración de las políticas, programas y actividades para ir resolviendo o evitando problemas específicos. El suministro de una información adecuada es la base para lograr el entendimiento, despertar la motivación y la confianza mutua que redundarán en cooperación y colaboración, y darán lugar en definitiva a unas responsabilidades compartidas y a una auténtica integración. El proceso de gestión integrada de las zonas costeras requiere un control que permita el ajuste y la modulación, conforme vayan evolucionando los problemas y los conocimientos.

No es posible hacer la misma cosa en todas partes. La ley en la naturaleza es la diversidad. La diversidad es uno de los mayores atractivos en la actividad turística y es una fuente de ventajas en los negocios. Los actuales procesos de desarrollo económico y explotación no sustentable de los recursos naturales, están contribuyendo de forma creciente a la degradación del medio natural y al riesgo de extinción de las especies más vulnerables. Las soluciones específicas a los problemas de las zonas costeras deben responder a necesidades concretas y ante la diversidad del potencial de las costas en España, es conveniente disponer de criterios simples para seleccionar las áreas donde enfocar el esfuerzo del ordenamiento :

(1) Áreas que actualmente soporten usos intensivos, o que son y serán críticas para sostener o ampliar en el largo plazo las actividades económicas.

(2) Áreas que actualmente reciben de modo directo los impactos de las distintas prácticas y actividades económicas y cuya función debe ser amortiguar los efectos indeseables.

(3) Áreas que actualmente están protegidas o que presentan oportunidades relevantes de conservación de bienes y funciones naturales esenciales (anclas de conservación de los recursos) y que pueden aceptar usos de baja intensidad.

(4) Áreas de alto riesgo frente al impacto de eventos naturales.

Las medidas adoptadas a escala comunitaria deben ser suficientemente flexibles para respetar la diversidad. Este principio también supone la necesidad de garantizar la recopilación y entrega a los responsables de datos adecuados e información pertinente, incluidos los conocimientos tradicionales informales. Relacionados con los componentes tanto terrestres como marinos de las zonas costeras de referencia.

Los procesos naturales y la dinámica de los sistemas costeros constituyen un flujo continuo, a veces inesperado. Trabajando con estos procesos, y no contra ellos, y respetando sus límites (o "capacidad máxima") impuesta por los procesos naturales, conseguimos que nuestra actividad sean menos perjudiciales para el ambiente y más rentables a largo plazo.

España ha demostrado al mundo carecer de una estrategia que se base en estos principios para la

Gestión Integrada de la Zona Costera:

- # Un planteamiento amplio (temático y geográfico).
- # Una perspectiva a largo plazo.
- # Garantizar una gestión flexible como parte de un proceso continuado.
- # Reflejar las necesidades locales.
- # Utilizar procesos naturales.
- # Participación de las partes implicadas. Movilizar el apoyo y la participación de todos los organismos administrativos pertinentes.
- # Emplear una combinación de instrumentos.

Se trata de incorporar las perspectivas de todas las partes interesadas (incluidos los intereses marítimos, los usuarios recreativos, las comunidades pesqueras y de acuicultura) en el proceso de ordenación. La colaboración permite determinar los problemas reales, aprovecha los conocimientos locales y desemboca en el compromiso y la responsabilidad compartida. Puede reducir los conflictos entre las partes interesadas y dar lugar a soluciones más prácticas. Pueden ser necesarias campañas de información extensivas para convencer a determinados interesados del beneficio directo que podrán obtener con su participación. No deben subestimarse el tiempo y el esfuerzo que serán necesarios para conseguir una planificación participativa.

Los estudios de macrozonificación deberían contribuirse en un requisito básico en España para avanzar en el ordenamiento costero. La macrozonificación es una herramienta de orientación que nos brinda elementos y datos para definir el ordenamiento del territorio litoral y de sus usos. Como meta fundamental se plantea proyectar una visión de la costa a mediano plazo con esta información:

- a) Visualizar los cambios en los usos del suelo en los últimos 30 años.
- b) Registrar las características físicas del filo costero.
- c) Visualizar las curvas batimétricas.
- d) Registrar las zonas de riesgo por efecto de eventos naturales.
- e) Registrar la distribución de la población e industria.

La metodología que se debería seguir se puede dividir en tres etapas:

I. Sistematización e integración en formato digital de la información cartográfica y estadística disponible.

II. Caracterización de los cambios de la zona costera con base en la información recolectada.

III. Fase de consultas. Éstas se deberían realizar por medio de:

# Entrevistas con líderes empresariales, políticos y expertos en temas costeros para obtener diferentes visiones de la situación y expectativas en cada departamento.

# Talleres con educadores, autoridades, líderes, empresarios, etc. Aquí se podrán determinar las características necesarias para fomentar un cambio.

Si bien es imprescindible involucrar desde el principio a las autoridades locales en el proceso de Gestión Integrada de las Zonas Costeras, también es necesario el compromiso de todos los niveles y sectores de la administración. Para resolver los problemas del Prestige en la costa de Galicia será necesario un conjunto encadenado de medidas de ordenación y gestión adoptados en niveles diferentes.

España ha demostrado que la gestión de la zona costera en Galicia no fue y es eficaz pues se ha visto que no ha sido respaldada por todos los niveles de la administración y por todas las ramas sectoriales de la administración. Este apoyo debería haber tenido la voluntad de adaptar, si procede, los instrumentos legislativos, normativos y financieros y suministrar la capacidad institucional necesaria para la ayuda y recopilación de datos, mantenimiento y documentación de los hechos y consecuencias de accidente (Prestige). Es fundamental el desarrollo de acciones de apoyo mutuo y de vínculos entre los distintos niveles y sectores de la administración, así como la coordinación de sus políticas. Es necesario garantizar que los distintos instrumentos administrativos y jurídicos que influyen en las zonas costeras sean compatibles y coherentes. La colaboración y la participación de las distintas instancias administrativas no supone necesariamente la creación de nuevas estructuras institucionales sino más bien la adopción de procedimientos y métodos que permitan la cooperación de las estructuras e instituciones actuales.

En base al estudio de macrozonificación se obtendrá información con la cual se podrá elaborar una agenda de trabajo. En la agenda se identificarán las prioridades de acción y la política que se deberá seguir para la conservación y la restauración de los ecosistemas marinos.

Dicha agenda se podría concentrar:

a) Zona de desarrollo urbano en la costa. Mantener el uso urbano en áreas ya establecidas. Controlar y minimizar el desarrollo no planificado en comunidades y ciudades donde no existen los servicios necesarios. Ajustar periódicamente las normas para las descargas urbanas e industriales de líquidos, sólidos y gases. Minimizar las descargas de aguas servidas no tratadas y de desechos sólidos (sobre todo plástico) en las aguas marinas.

b) Puertos y canales de navegación. Proteger y mantener los actuales usos dependientes del agua. Zonificar internamente el área y asegurar la continuidad de las actividades asociadas a la navegación (astilleros, acceso etc). Minimizar los impactos del dragado para proteger la calidad natural de los ambientes.

c) Turismo. Mantener las playas para uso turístico intensivo y dotarlos de los servicios básicos necesarios.

d) Desarrollo residencial, de turismo selectivo y de baja intensidad. Definir e implementar zonas de retiro adecuadas. Mantener el acceso público a las playas. Elaborar prácticas para la ubicación y la construcción de viviendas e infraestructura, incluyendo áreas de conservación de escala mediana y pequeña que mantienen las características paisajísticas de estas zonas.

## PRESTIGE

La Gestión Integrada de las zonas costeras requiere el uso de múltiples instrumentos frente a la catástrofe ecológica producida por el petrolero Prestige, incluida una mezcla de medidas jurídicas, instrumentos económicos acuerdos voluntarios, suministro de información, soluciones tecnológicas, investigación y educación.

La normativa y las intervenciones económicas pueden ser instrumentos importantes para resolver los conflictos entre actividades. Ahora bien, la mezcla correcta en una zona concreta dependerá de los problemas locales y del contexto institucional y cultural. En cualquier caso, la gestión de las zonas costeras debería garantizar la coherencia entre instrumentos jurídicos y objetivos administrativos y entre ordenación y gestión.

Los estudios de macrozonificación para tener éxito deben seguir las siguientes acciones :

1. Estructurar una Agenda del Gobierno español para el manejo costero en esta década.

2. Enlazar las decisiones de macrozonificación con la política propuesta para el Desarrollo Sustentable. El concepto de desarrollo sostenible implica que el uso presente del ambiente marino y sus recursos no debe perjudicar su uso y disfrute para las futuras generaciones. Las prácticas pasadas que han negado este principio son la causa fundamental de muchos de los actuales problemas ambientales.

3. Establecer los ordenamientos municipales del territorio costero y los mecanismos de consulta pública para su modificación, como precondition para que los municipios puedan aplicar el fondo especial de Manejo Costero. El análisis y el conocimiento científico son indispensables para evaluar la efectividad de las acciones de manejo con las cuales se busca proteger el océano. De acuerdo con esto, una estrategia comprensiva de protección debe incorporar principios científicos; sin embargo, dado que las decisiones frecuentemente involucran consideraciones adicionales, resulta esencial que se logre una interacción cercana entre los científicos y los tomadores de decisiones.

. Elaborar un calendario con incentivos para los municipios que preparen y aprueben sus planes estratégicos, las ordenanzas para su aplicación y los mecanismos de consulta pública para la modificación de los planes.

Si España mejora el uso de sus recursos y pasa de prácticas sensatas no tan buenas a otras que sí lo sean, podría ser que esté en el camino hacia el uso sostenible Si convierte el actual desorden en un ordenamiento realizado por los municipios, se lograrán espacios más zonificados para que las inversiones se hagan con menos conflictos y para que un uso no afecte a otro.

Las ventajas de la macrozonificación son:

I. Influye directamente en el nivel de crecimiento de la zona costera y como consecuencia mejora la calidad de vida de sus habitantes.

II. Enfoque para los líderes de gobierno de todo nivel, de las Universidades, empresarios y población; en las metas y desafíos de la agenda para el manejo costero.

III. Prioridad de la inversión a favor de la producción y productividad.

IV. Desarrollo de mecanismos que promuevan la planificación y responsabilidad en los gobiernos y en los usuarios respecto a los recursos costeros.

V. Recuperación gradual de las condiciones ambientales favorables en el largo plazo para las inversiones actuales y para su diversificación.

La macrozonificación es un trabajo complejo que debe abarcar las necesidades de las provincias costeras conversando directamente con los usuarios y autoridades. En cada departamento la gente que apoya el proyecto de manejo de recursos costeros coordinará la información y convocará a talleres. En uno de ellos se recibe la reacción de la gente frente a la información recolectada y en el segundo lugar es para asegurar que es correcta la información y comprensiones colectadas.



Recogida de chapapote en Caión

El éxito de la Gestión Integrada de las Zonas Costeras en España depende de que se busquen soluciones locales a problemas locales, en un marco global. Las partes interesadas a nivel local van a estar siempre en el centro de cualquier medida que se adopte para mejorar las condición de las regiones costeras pero, para conseguir lo mejor para ellas, es necesario coordinar las actividades que realizan esos agentes de la base con los responsables políticos a nivel regional, nacional y de Europa. La Gestión Integrada tendrá costes a corto plazo, pero sus beneficios a medio y largo plazo van a ser mucho mayores.

"Como demuestra la leyenda del rey CANUTO resulta casi siempre vano empeñarse en dominar al mar. Las técnicas modernas de gestión del litoral, pues intentan trabajar en sintonía con la naturaleza antes que luchar contra ella".



"La herencia que nos dejan..."

## El proyecto LRI ECOA1: investigando las relaciones entre persistencia, potencial de bioacumulación y efectos a largo plazo de las sustancias químicas en los medios marino y terrestre.

José V. Tarazona Lafarga

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Madrid  
tarazona@inia.es

Este proyecto, financiado a través de la iniciativa LRI (Long-term Research Initiative) por la Confederación Europea CEFIC, con un presupuesto que supera el millón de euros pretende estudiar los mecanismos por los cuales determinadas sustancias químicas pueden representar un riesgo a largo plazo para los ecosistemas marinos y terrestres, desarrollando nuevos modelos conceptuales para identificar estas sustancias así como modelos para evaluar sus riesgos potenciales.

Las evaluaciones de riesgos ambientales que se realizan en la actualidad no cubren convenientemente estos aspectos, tal como ha identificado el CSTE (1) para determinadas sustancias problemáticas como los ftalatos o los retardantes de llama bromados. Este problema es particularmente relevante para los ecosistemas marinos y terrestres, receptores finales de estas sustancias, y para los que la información científica disponible a la hora de realizar evaluaciones de riesgo es muy inferior a la disponible para los ecosistemas de aguas continentales. Estos aspectos justifican la realización de un proyecto de investigación a largo plazo sobre estos aspectos.

En el proyecto participan tres grupos de relevancia internacional en estos aspectos. El Laboratorio de Ecotoxicología, Departamento de Medio Ambiente, del INIA, en Madrid, que coordina el proyecto, bajo la dirección científica del Dr. José Vicente Tarazona; el Brixham Environmental Laboratory, AstraZeneca, en el Reino Unido, bajo la dirección científica del Dr. Roy Thompson, y el Laboratorio de Química y Contaminación Marina de la Universidad de Burdeos, en Francia, bajo la coordinación científica del Prof. Philippe Garrigues y la Dra. Helene Butzinski.

El proyecto aborda uno de los mayores desafíos existentes dentro de la evaluación de los impactos de los contaminantes químicos: desarrollar sistemas que permitan realizar evaluaciones de los posibles efectos a largo plazo sobre sistemas complejos incluyendo el medio marino y los ecosistemas terrestres. Para ello, el proyecto afronta los dos aspectos más relevantes sobre los que no se dispone todavía de una aproximación científicamente aceptable: la predicción del potencial de biomagnificación de la sustancia, es decir su capacidad para acumularse a través de las cadenas alimentarias alcanzando los máximos niveles de exposición en los predadores finales entre los que se encuentra el ser humano; y estimar las cargas críticas en el organismo, o los niveles en los órganos internos de los seres vivos que cuando se alcanzan desencadenan los procesos patológicos asociados a los fenómenos de intoxicación.

En la actualidad se han alcanzado los dos pri-

meros objetivos, que suponen la revisión bibliográfica de ambos fenómenos y el desarrollo de propuestas específicas para su evaluación. En el 2003, comenzarán los estudios experimentales que permitan validar las propuestas presentadas.

Uno de los aspectos innovadores del proyecto es la consideración de modelos genéricos de biomagnificación que incluyen los primeros eslabones de la cadena trófica, y en particular, la acumulación de las sustancias en el fitoplancton, y la exposición de los invertebrados acuáticos por vía oral debida a esta acumulación. Este es un aspecto particularmente relevante para aquellas sustancias que se metabolizan fácilmente en los vertebrados, pero cuyo potencial de bioconcentración en algas es muy elevado; así como para compuestos persistentes de muy baja solubilidad en agua, que pueden alcanzar concentraciones en las algas varios miles o incluso millones de veces mayores que en el agua. Estudios previos demuestran que la exposición a través de la cadena trófica no es únicamente relevante para los predadores finales sino también para los organismos que se alimentan del fitoplancton (Muñoz et al., 1996; Carbonell et al., 2000; Fernández et al., 2002) (2). Los hidrocarburos son ejemplos típicos de este tipo de sustancias, por lo que se ofreció la posibilidad de aplicar los resultados e propuestas del proyecto para estudiar las consecuencias del accidente del "Prestige" aportando la base científica para la toma de decisiones por parte de los gestores ambientales; sin que hasta la fecha se haya obtenido respuesta.

El desarrollo de "modelos conceptuales" y su validación experimental, constituyen los siguientes pasos de este proyecto que terminará en el 2006. Para ello, el INIA aporta la experiencia del Laboratorio de Ecotoxicología en modelización y desarrollo conceptual de los procesos de evaluación de riesgos ambientales, incluyendo una nueva aproximación para la evaluación de riesgos para los ecosistemas terrestres publicada en la prestigiosa revista *Nature*, desarrollada posteriormente en revistas especializadas .

### Bibliografía:

(1) CSTE: Comité Científico de Toxicología, Ecotoxicología y Medio Ambiente. Comisión Europea.

(2) Muñoz, M.J.; C. Ramos & J.V. Tarazona. 1996. Bioaccumulation and toxicity of hexachlorobenzene in *Chlorella vulgaris* and *Daphnia magna*. *Aquatic Toxicology* 35: 211-220.

Carbonell, G.; C. Ramos; M.V. Pablos; J.A. Ortiz & J.V. Tarazona. 2000. A system dynamic model for the assessment of different exposure routes in aquatic ecosystems. *Sci Total Environ.* 247: 107-118.

## PRESTIGE

Fernandez, C.; C. Alonso; P. Garcia; J.V. Tarazona & G. Carbonell. 2002. Toxicity of linear alkyl benzenes (LABs) to the aquatic crustacean *Daphnia magna* through waterborne and food chain exposures. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 68: 637-643.

(3) Tarazona, J.V.; K. Hund; T. Jager; M. S-Salonen; A.M. Soares; J.U. Skaare & M. Vigui. 2002. Standardizing chemical risk assessment, at last. *Nature* 415: 14.

Tarazona, J.V. & M.M. Vega. 2002. Hazard and risk assessment of chemicals for terrestrial ecosystems. *Toxicology* 181-182: 187-191.

## Programa de lucha contra la contaminación marina por hidrocarburos. Operativo ERGOS.

WWF/ADENA

Canarias

wwf-adena-canarias@infolanz.es

Desde principios del siglo XX se han constatado más de 250 accidentes de buques que han vertido cientos de miles de toneladas de petróleo en todo el mundo. En la actualidad, se estima una media de más de 6.000 los buques petroleros que diariamente surcan las aguas del planeta, muchos de ellos obsoletos, en pésimas condiciones de navegación, que incumplen repetidamente la normativa comunitaria en materia de seguridad, transporte y manipulación de los hidrocarburos, con el consiguiente riesgo de sufrir un accidente.

Más de la tercera parte de la contaminación petrolífera que sufren las aguas marinas proviene del transporte de crudo, bien debido a vertidos deliberados por lavado de tanques en alta mar para eliminar los residuos de carga, o bien a consecuencia de accidentes, lo que hace necesario desarrollar e implementar mecanismos eficaces dirigidos a combatir este tipo de contaminación tan perjudicial para nuestro patrimonio natural, tanto desde el ámbito de la prevención como el de la intervención en caso de necesidad.

La región marítima canaria es una de las áreas más afectadas del mundo por contaminación hidrocarbúrfica, debido fundamentalmente a la actitud irresponsable del intenso tráfico petrolero que surca las aguas de Canarias. Por su situación geográfica, constituye además una de las principales áreas de riesgo de accidentes petroleros, ya que el pasillo marítimo comprendido entre en Archipiélago y el litoral del continente africano, es una de las tres vías más transitadas del mundo por este tipo de embarcaciones. Cientos de buques de carga atraviesan este espacio de África a Europa y viceversa, a lo que debemos añadir otros cientos de desplazamientos interinsulares, por lo que el riesgo de sufrir en Canarias accidentes como el lamentable caso del Prestige resulta más que evidente, lo que sin duda provocaría daños ecológicos, económicos y sociales de incalculables consecuencias para las Islas, dada su gran riqueza ecológica (considerado una de las regiones de mayor riqueza ecológica del planeta, destacando la exclusividad de su fauna y flora -cerca de 3.700 endemismos-), así como la gran dependencia del litoral que presentan múltiples sectores económicos de Canarias (turismo, pesca, marisqueo, etc.), que dependen decisivamente de la calidad de las aguas y costas para su supervivencia. Todo ello, hace que Canarias sea una región de extraordinario interés donde se hace necesario desarrollar e implementar mecanismos eficaces dirigidos a proteger el

medio ambiente marino y costero de la contaminación por hidrocarburos.

En este sentido, cabe decir que las aguas Canarias, sus playas y costas, siguen sufriendo en silencio los devastadores efectos de la contaminación marina por hidrocarburos.

Al margen del riesgo de accidentes, la densidad anual de tráfico petrolero y la influencia de la Corriente del Golfo, ha favorecido que muchos buques limpien sus tanques de carga en el mar una vez vaciados en las refinerías y de regreso a nuevas áreas de extracción. Cientos de toneladas de crudo se han vertido sistemáticamente en el entorno Canario del Océano Atlántico y, en consecuencia a tan irresponsables hechos, muchas costas y fondos someros de las Islas se encuentran impregnados por hidrocarburos. Ésto ha hecho que la pesca costera, la población canaria y turística que disfruta las playas de arena, callao y zonas rocosas, así como los ecosistemas y las diversas especies que habitan las aguas canarias, hayan resultado, en mayor o menor medida, agredidas.

Por este motivo, y dadas las afecciones que genera este tipo de contaminación al medio marino y costero, así como las actividades humanas desarrolladas en tan frágil ámbito, WWF/Adena Canarias determinó activar en febrero de 2000 el Operativo ERGOS (Grupo de Respuesta Ambiental para Mareas Negras), un completo e innovador programa de lucha contra la contaminación marina por hidrocarburos, ya sea accidental como deliberada, que abarca aspectos preventivos y de intervención directa.

### AVANCES EFECTUADOS POR ERGOS

Desde su puesta en marcha en el Archipiélago Canario, ERGOS ha realizado un esfuerzo muy intenso para evitar este problema ambiental, contribuyendo a la detección de buques infractores, cuantificando el efecto en el medio marino de Canarias, promoviendo modificaciones importantes en las normativas vigentes, y creando sistemas de prevención para reaccionar en consecuencia ante una posible marea negra en el Archipiélago. Para ello se impulsaron diversos acuerdos con autoridades Autonómicas y Estatales, instituciones científicas (universidades) y técnicas (ESA e INTA), así como con diversas entidades privadas.

Fruto del trabajo realizado se han obtenido importantes resultados, destacando el necesario impulso y consecución de logros técnicos y sociales, desde

temáticas de investigación, concienciación e intervención directa ante vertidos de hidrocarburos al mar. En definitiva, se ha trabajado muy intensamente para mejorar la calidad de las aguas marinas, y del medio ambiente en su más amplio espectro. Cabe destacar la importancia de la ayuda logística recibida por ERGOS de entidades como el INTA o la European Space Agency (ESA), cuya aportación en software y en imágenes de satélite se viene realizando de forma gratuita desde hace más de dos años. Desde la activación del satélite radar ERS II de la ESA en junio de 2000, WWF/Adena Canarias, a través de su Operativo ERGOS, viene realizando un seguimiento de los vertidos de hidrocarburos que se producen en una franja marina de cerca de 300.000Km<sup>2</sup> en torno al Archipiélago Canario, información hasta el momento inexistente en esta región, y de vital importancia para valorar la situación medioambiental de las Islas en lo referente a la contaminación por hidrocarburos. Esta información ha sido crucial para el desarrollo de la fase preventiva de ERGOS, habiendo posibilitado identificar aquellas áreas más castigadas por estos vertidos, así como la asiduidad con que se producen. Todo ello ha permitido denunciar estos hechos a las Autoridades Canarias y Estatales con competencias en la materia, contribuyendo, sin duda, a impulsar la elaboración de propuestas concretas dirigidas a mejorar los mecanismos de control y actuación existentes, así como a suplir deficiencias y adecuar los recursos materiales de Canarias necesarios para afrontar eficazmente hipotéticas contaminaciones futuras, salvaguardando de esta manera los recursos marinos, pesqueros, los litorales, y el turismo.

### DETECCIÓN DE VERTIDOS DELIBERADOS

Del trabajo realizado hasta la fecha, se deduce que los vertidos deliberados de sustancias contaminantes al mar, aunque han decrecido levemente, continúan produciéndose de forma alarmante, lo que pone de manifiesto la impunidad con que muchos buques petroleros siguen limpiando sus tanques en el mar, siendo preocupante la frecuencia y el volumen de las descargas, y evidencia la carencia de medios y mecanismos eficaces de inspección y de control.

Atendiendo a los datos suministrados por el satélite, es especialmente preocupante el volumen de manchas de petróleo detectadas en la región marítima canaria, suponiendo el 51,70% del total de los vertidos registrados. Así mismo, otra zona igualmente castigada es la constituida por la región costera africana, situándose en segundo lugar con un 36,73% del total. Muy de lejos siguen otras áreas, correspondientes a las costas de Portugal con un 10,20%, y otras regiones españolas con un 1,36%. La gran diferencia de porcentajes que se observa entre las dos primeras regiones y las dos últimas, obedece a la elevada densidad de petroleros que experimentan las aguas comprendidas entre las Islas Canarias y las costas africanas, una de las tres principales rutas mundiales de tránsito de estos buques. Muchas de estas embarcaciones navegan cumpliendo las premisas y requisitos establecidos

por la Organización Marítima Internacional (OMI); no obstante, la realidad es que otras tantas incumplen la normativa vigente que obliga a descargar el agua de lastre así como otros efluentes contaminantes en instalaciones portuarias adecuadas para su recepción y tratamiento, y aprovechan la travesía desde las refineras a las áreas de extracción para efectuar estos actos ilícitos con la finalidad de ahorrar tiempo y un dinero insignificante en comparación con el daño ocasionado al medio ambiente marino y costero, sus recursos y su salud; eso, sin contar con aquellos buques obsoletos y en pésimo estado de navegación que continúan surcando las aguas del planeta transportando sustancias altamente tóxicas, con el riesgo subyacente de sufrir un accidente.

Por otra parte, no debemos olvidar que en ocasiones estas manchas de petróleo alcanzan las costas, destruyendo cuánto encuentran a su paso, en ocasiones petroleando animales, y cubriendo fondos someros y zonas de costa con residuos de alquitrán; todo ello supone un tremendo impacto, no sólo sobre la vida marina, sino también sobre las poblaciones locales de las zonas afectadas. En el caso de Canarias, este problema es especialmente preocupante, tanto por la frecuencia con la que se produce como porque tanto el turismo -principal motor económico de las Islas- como la pesca, dependen directamente de la calidad de sus recursos naturales, sus aguas y sus costas, habiendo detectado vía satélite ERS un total de 148 vertidos.

También hay que tener en cuenta que el volumen real de descargas que se producen en las áreas consideradas supera en mucho a las detectadas por el satélite. Esto se debe a que los países del ERS sobre la zona de cobertura activada para ERGOS no se producen diariamente. De esta forma, podría decirse que los datos obtenidos representan 1/3 de lo que realmente está ocurriendo. Esto revela que, las descargas de hidrocarburos en el mar, en ocasiones con volúmenes de vertido nada despreciables (se han llegado a detectar manchas de hasta 80 y 100 Km de longitud), continúan sucediendo de forma intensa en áreas de influencia de Canarias, lo que hace necesario tomar medidas urgentes dirigidas a erradicar definitivamente este problema. A este efecto, el Gobierno español, a través del Ministerio de Fomento, trabaja en la adopción de sistemas de vigilancia similares a ERGOS mediante la contratación de satélites que barran diariamente las aguas de soberanía española más transitadas por petroleros.

En este sentido, WWF/Adena Canarias ha presentado a la Unión Europea (UE), a través de la DGMM del Ministerio de Fomento Español, una propuesta para declarar las aguas circundantes a Canarias como "Zona Especial" dentro del Convenio MARPOL 73/78. Además, ERGOS trabaja en la elaboración de propuestas para que la UE:

- Revise y actualice la legislación comunitaria referida al transporte y manipulación de hidrocarburos.
- Endurezca las sanciones impuestas a las compañías involucradas en vertidos deliberados de crudo al mar.
- Retire la licencia de navegación a aquellos capitanes de buques responsables de vertidos delibe-

**PRESTIGE**

rados.

- Realice un embargo comercial a las compañías involucradas en vertidos deliberados probados y verificados.

- Promueva el aumento del número de inspecciones a petroleros en puertos comunitarios: Todos los buques petroleros deben ser inspeccionados al llegar a un puerto comunitario tras haber realizado una travesía de larga distancia transportando petróleo. En caso de no poder atestiguar la anterior limpieza de tanques en instalaciones homologadas por el Convenio MARPOL 73/78, estas embarcaciones deberían quedar retenidas.

- Prohiba la circulación de buques petroleros sin doble casco en aguas comunitarias.

- Exija el cumplimiento de la normativa europea por parte de todos los buques que operen en aguas y puertos comunitarios, independientemente de su nacionalidad.

- Promueva la creación de un registro de buques petroleros que cumplan la legislación, limitando a éstos la posibilidad de operar en nuestras aguas y puertos.

Además, ERGOS ha promovido numerosos encuentros con representantes del Gobierno de Canarias y ha presentado una propuesta para la creación de una Comisión de Lucha en el Archipiélago Canario, que diseñe y active un Plan de Acción contra la contaminación marina en las Islas, dotado de personal cualificado y de los medios necesarios.

También merecen especial mención los avances logrados en el ámbito social, aspecto que WWF/Adena Canarias considera prioritario, habiendo trabajado con más de 300 voluntarios para consolidar equipos preparados de intervención ante futuras mareas negras en Canarias. En este sentido, cabe mencionar que WWF/Adena ha puesto a total disposición de la Xunta de Galicia los recursos y experiencia del Operativo ERGOS, que ya ha intervenido en situaciones similares en el Golfo Pérsico, Patagonia y Galicia. El equipo de intervención rápida de ERGOS, formado por profesionales especialistas en materia de rehabilitación de fauna, se desplazó a Galicia para participar en la labores de rescate. Además, WWF/Adena ha activado una acción en su página web ([www.wwf.es](http://www.wwf.es)) para que todos los usuarios puedan participar mediante el envío de una carta a las autoridades competentes, exigiendo que adopten las medidas necesarias encaminadas a evitar una nueva catástrofe como la provocada por el petrolero Prestige frente a las costas gallegas.

**ACCIONES DEL OPERATIVO ERGOS**

En su objetivo y dinámica de funcionamiento, ERGOS constituye el procedimiento más avanzado para combatir este tipo de contaminación, y es inédito en el marco internacional. En su conjunto, el proyecto reúne toda una serie de acciones y enfoques innovadores, tanto por su planteamiento técnico, como por su proyección social e internacional.

En cuanto a la dinámica de funcionamiento del

Operativo, ERGOS contempla las siguientes actividades de prevención y de intervención directa:

**Acciones de ERGOS contra vertidos deliberados:****1.- PREVENCIÓN y DETECCIÓN:**

- Satélite ERS: Activación del satélite radar ERS II de la Agencia Espacial Europea (ESA) para detectar vertidos deliberados (diurnos o nocturnos) en una franja marina de cerca de 300.000 km<sup>2</sup> en torno al Archipiélago Canario. Los datos suministrados por el ERS son recibidos y procesados por la estación de seguimiento espacial del INTA (Maspalomas, Gran Canaria). Los resultados son enviados de inmediato a WWF/Adena Canarias.

- Pescadores: Varias cofradías de pescadores canarios se han comprometido a colaborar con ERGOS en la detección de vertidos deliberados de petróleo.

- Compañías navieras: Se ha solicitado la colaboración de todas las compañías que operan en aguas canarias para que comuniquen a ERGOS la existencia de manchas o vertidos deliberados.

- Compañías aéreas: Se ha contactado con las diferentes compañías aéreas que sobrevuelan las Islas, al objeto de que informen sobre avistamientos de manchas de crudo.

- Otros: WWF/Adena ha contactado con la Armada Española en Canarias y otros organismos o entidades con los que establecer marcos de cooperación que complementen los aspectos preventivos y de detección del Operativo ERGOS.

- Acciones de gestión política: Obviamente, se trata de una de las acciones más importantes. Las grandes lagunas legislativas de los países comunitarios para aplicar un sistema eficaz de inspección y de control permiten que, entre otras cosas, circulen buques en estado de navegación deficiente. Los buques petroleros, como cualquier otra embarcación que transporte productos altamente tóxicos, deben extremar de manera muy rigurosa sus garantías y medidas de seguridad, y esto ha de ser verificado sin excepción alguna por las Administraciones competentes. En este tipo de gestiones, ERGOS promueve propuestas concretas ante la UE y ante los Estados Miembros para mejorar las deficiencias existentes en materia de transporte y manipulación de los hidrocarburos.

**2.- INTERVENCIÓN DIRECTA:**

- Verificación y posición: Cuando el INTA detecta un vertido informa a WWF/Adena Canarias de la posición de la mancha, dimensiones, y el momento en que fue tomada la imagen. De inmediato, WWF/Adena alerta al Gobierno de Canarias para que un helicóptero o embarcación se traslade a la zona, tome muestras de crudo y, en su caso, identifique al buque responsable.

- Seguimiento de la mancha: Tras recibir la posición del vertido, la Facultad de Ciencias del Mar de la ULPGC analiza las condiciones meteorológicas del espacio marino afectado y estima la posible evolución

de la trayectoria de la mancha y el punto más probable donde se produjo el vertido, controlando la posibilidad de que el vertido llegue a la costa.

- Compañías involucradas: Mediante los Registros de Control de Tráfico Marítimo (RTCM) de Tarifa y Finisterre, la DGMM proporcionará las listas de los buques que hayan atravesado el cuadrante investigado en el intervalo de tiempo en que pudo producirse el vertido.

- Comparación de muestras: Gracias a los RTCM y una vez estrechado el cerco en torno a unos pocos buques, se puede saber el tipo de carga que transportaba y la refinería donde descargó el crudo. Entonces, WWF/Adena procedería a recoger muestras de crudo de las refinerías en las que los buques sospechosos hayan descargado. Como cada tipo de petróleo varía en composición según su origen, se compararían las muestras obtenidas del mar con las de las distintas refinerías, pudiendo identificar al buque responsable del vertido en un porcentaje cercano al 95%.

- Evaluación de una posible limpieza: En caso de una eventual arribada de la mancha de crudo a la costa, WWF/Adena Canarias, en coordinación con las autoridades competentes, activaría un dispositivo especial de limpieza y evaluación del litoral.

- Denuncia: Verificada la identidad del buque que produjo el vertido se comunicaría el hecho al Gobierno de Canarias, a la DGC del MIMAM, a la DGMM del Ministerio de Fomento, la DG-XI de la UE, la Agencia Europea de Medio Ambiente, la Organización Marítima Internacional (OMI), el PNUMA, al Convenio OSPAR y a la propia compañía. Simultáneamente, WWF/Adena aprovecharía su red mundial para dar a conocer a la opinión pública internacional los hechos imputados a la compañía del buque que produjo el vertido y establecer las medidas de presión oportunas.

#### Acciones de ERGOS contra vertidos accidentales:

##### 1.- PREVENCIÓN:

###### Tráfico Marítimo:

- Bases de datos sobre antecedentes, barcos, compañías, ubicación de refinerías y análisis del mercado petrolífero: Recopilación de información sobre barcos y compañías que transportan crudo, accidentes (causas, efectos, prevención, etc.), mapas de las refinerías europeas, estudio del mercado del petróleo y derivados, etc.

- Seguimiento de buques: Vigilancia estrecha de los buques que, por su manifiesto mal estado o antecedentes, hagan sospechar de un posible accidente.

- Laboratorios especializados: Colaboración para realizar un rápido análisis comparativo de las muestras de crudo.

- Acciones de gestión política: Propuestas concretas ante la UE y ante los Estados Miembros para actualizar y mejorar la legislación sobre transporte y manipulación de los hidrocarburos.

###### Biodiversidad:

- Mapas de zonas de riesgo y áreas de alto valor ecológico y social: Identificación de los pasillos marítimos canarios sometidos a una mayor densidad de tráfico de petroleros y, por tanto, con mayor riesgo; éstos se cruzan con mapas de las zonas costeras con mayor valor ecológico, pesquero, turístico u otros.

- Estudios oceánicos y climatológicos: Del oleaje, mareas, corrientes y otros para conocer la posible evolución de la trayectoria del vertidos en aguas canarias.

- Centros de rescate: Habilitación inmediata de centros de asistencia y recuperación de la fauna afectada (aves, tortugas marinas, cetáceos, etc.).

- Formación de voluntariado: Formación e instrucción de voluntarios y especialistas de todas las Islas para constituir un sistema bien organizado y eficaz de colaboración ciudadana -coordinado con las autoridades competentes- frente a una marea negra.

- Materiales de intervención: WWF/Adena se proveerá de los recursos necesarios para abordar una marea negra: materiales para la recogida y asistencia de fauna, etc.

##### 2.- INTERVENCIÓN DIRECTA:

- Seguimiento de la evolución del accidente: WWF/Adena se integrará en el gabinete de crisis creado ante el accidente de un petrolero para ayudar en lo posible y seguir de cerca la catástrofe.

- Activación de patrullas voluntarias de rescate y limpieza: Los voluntarios formados serán convocados e instruidos para rescatar a la fauna afectada y comenzar con las tareas de limpieza.

- Establecimiento de centros de rescate: Puesta en marcha de los centros de rescate de fauna necesarios para tratar a los animales afectados.

- Estudios de impacto ambiental: Ecológicos, económicos y sociales, que permitan valorar el alcance real de la catástrofe (a corto, medio y largo plazo). Por ejemplo: recogida de muestras en diferentes tramos de la costa afectada cada dos días y durante al menos tres meses después del accidente (la duración del estudio dependerá de las diferentes variables pre-establecidas: cantidad y tipo de petróleo, tipo de ecosistema y su aprovechamiento humano, etc.).

- Estrategia de prensa: A través de su red internacional, WWF/Adena ofrecerá a los medios de comunicación de todo el mundo una información clara y veraz sobre los posibles impactos en los ecosistemas marinos afectados, características del vertido, recomendaciones oportunas a los ciudadanos afectados y sobre la responsabilidad del vertido.

- Limpieza del crudo: Los voluntarios formados por WWF/Adena -en coordinación con todos los cuerpos movilizados- realizarán, en el menor tiempo posible, una limpieza del litoral.

## Contaminación y destrucción del medio marino

Dr. Pedro Sánchez Castillo  
 Universidad de Granada  
 psanchez@ugr.es

La dramática marea negra producida por el petrolero Prestige, está poniendo de manifiesto la fragilidad de los sistemas de protección ambiental y los numerosos problemas ambientales que acechan al Mar. Si bien es necesario un compromiso global a nivel de gobiernos para evitar desastres como el que centra nuestra atención en los últimos días, no es menos importante que los ciudadanos debemos entender la importancia de nuestros mares, así como las fuentes de riesgo a los que continuamente los sometemos.

En las últimas décadas las principales causas de contaminación y destrucción del litoral mediterráneo han estado asociadas a los vertidos de aguas residuales. El enorme incremento en la densidad poblacional que sufrió nuestra costa en los años 60, unido al desarrollo de las zonas portuarias y los escasos núcleos industriales, han producido un considerable incremento en la contaminación. El importante movimiento de las corrientes marinas hace que los efectos de esta fuente contaminante se diluyan y apenas sean perceptibles desde una óptica terrestre. Pero existe una proporción de estos contaminantes que van al fondo, cubren las arenas o las rocas circundantes y producen un drástico cambio en sus características. De tiempo en tiempo densas poblaciones de algas se desarrollan sobre ellos, movilizan sus constituyentes y causan importantes perturbaciones en la dinámica de sus comunidades planctónicas y bentónicas. ¿Saben que durante este verano nuestros fondos han estado invadidos por una espesa capa de nieve marina? (0) Los pescadores de determinadas zonas han tenido que dejar de faenar, el buceo recreativo se ha visto afectado, las comunidades bentónicas se han alterado, etc. Este fenómeno aún persiste en determinados puntos de nuestras costas.

Otro factor de destrucción del medio marino es la pesca de arrastre ilegal. Constituye un método pesquero muy agresivo, cuyas artes aran la superficie del fondo, destruyen los hábitat naturales y arrasan con todo tipo de especies, sean de interés comercial o no. Existe un límite de profundidad para el desarrollo de este tipo de pesca, por encima del cual no se pueden llevar a cabo con objeto de proteger los ambientes naturales que generan mayor cantidad de vida, entre ellos muy especialmente las praderas de *Posidonia* (1), que han sido destruidas masivamente en los últimos años. La imagen de un suelo de cultivo abandonado y erosionado es un paisaje paradisíaco comparado con el aspecto fantasmal que muestran los fondos arados por los artes de arrastre.

Frente a este tipo de agresiones "tradicionales" del fondo marino, nos enfrentamos a un nuevo "uso" del mar: las granjas marinas. Se presentan como uno de los mejores remedios a la crisis pesquera que atraviesan Andalucía y España, y probablemente lo sean. Para evaluar su coste ambiental se deberían realizar estudios de corrientes y de zonas de acumulación de desechos que permitan conocer el grado de impacto sobre el fondo marino. De cualquier forma cabría preguntarse ¿por qué situar en el mar las granjas marinas? Si buscamos un símil en otras formas de explotación pesquera, las piscifactorías de truchas no se sitúan en medio de los ríos. Los policultivos marinos que se desarrollan en otros países se sitúan tierra adentro, facilitando el reciclado y la descontaminación del agua de las granjas, haciéndola pasar por filtros vegetales, donde la biomasa producida (algas macroscópicas) se utiliza para el cultivo de otras especies animales susceptibles de explotación industrial. Esto permitiría la apertura de nuevos mercados para productos ya consumidos en nuestra tierra, tales como el erizo o bien otros producidos y consumidos en otros países pero que en el nuestro aún no han sido introducidos, como es el caso de la oreja de mar. Otra importante ventaja de este sistema es el control de las especies nocivas que periódicamente se desarrollan en nuestras aguas, tales como las mareas rojas de dinoflagelados (2), las grandes proliferaciones de diatomeas nocivas (3), etc.

¿Se podría frenar todo este proceso de degradación del medio marino? Probablemente sí, pero los costes sociales, económicos y políticos serían tan elevados que no se plantean medidas drásticas. En este sentido se está favoreciendo la creación de "santuarios" donde se tratan de minimizar los efectos negativos antes comentados. En el litoral andaluz se han declarado una serie de espacios protegidos (parques naturales, parajes naturales) que se sitúan desde las costas de Almería a las de Cádiz. Probablemente en ellas se alberguen los mejores tesoros naturales de nuestras costas. En los fondos arenosos del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar se desarrollan importantísimas praderas de *Posidonia*, y otras comunidades infralitorales donde viven especies de algas verdes de importantes afinidades biogeográficas con floras tropicales. En el Paraje Natural de la Isla de Alborán destacan sus comunidades de corales y sus bosques de kelpos. En el Paraje Natural de Maro-Cerro Gordo se desarrollan importantes comunidades algales en sus espectaculares acantilados, entre ellas destacan

0. Nieve marina: Mucílago pegajoso producido por microalgas que llega a cubrir el fondo marino.

1. *Posidonia*: Hierba marina, no alga, formadora de praderas que constituyen uno de los hábitat más importantes del Mediterráneo.

2. Mareas rojas de dinoflagelados: Manchas de color rojo o marrón que cubren la superficie del mar, pudiendo generar importante episodios de toxicidad.

3. Proliferaciones de diatomeas nocivas: Poblaciones de algas microscópicas que dificultan el desarrollo de otros organismos, fundamentalmente peces.

## ALGAS 29

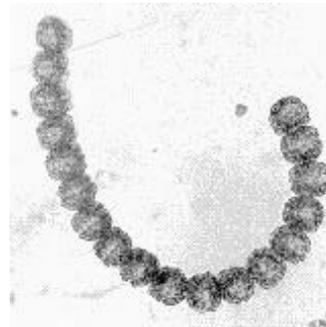
Junio 2003

las poblaciones de *Rissoella verruculosa*, una especie endémica del Mediterráneo. Las praderas de hierbas marinas son muy diversas estando presentes probablemente todas las especies del Mediterráneo. En el Parque Natural del Estrecho de Gibraltar destaca el enorme tráfico de organismos que surca el estrecho, especialmente de mamíferos, así como los bosques de kelpos que pueblan sus fondos. Son verdaderos tesoros naturales sumergidos, riquezas biológicas similares en ecosistemas terrestres equivalentes son vigiladas por guardas forestales, el infoca, el seprona, etc. ¿y en el mar? Probablemente este sea uno de los grandes problemas del Mar: la vigilancia en el cumplimiento de las normas.

¿Conocen los lectores a los organismos mencionados, han oído hablar de su trascendencia para la conservación del medio marino? ¿Nos preocupamos los científicos de difundir su importancia? ¿Se preocupan los medios de información de informar y formar a sus lectores? Cuando las respuestas a estas preguntas sean afirmativas, habremos dado un gran paso en la conservación del medio marino. Desde un punto de vista egoísta debemos saber que para tomarnos nuestro apreciado "pescaito frito" es necesario que el resto de los organismos marinos se desarrollen de forma sana y equilibrada. He hecho un esfuerzo para referirme sólo a organismos o manifestaciones apreciables a escala humana, si además profundizáramos en el mundo microscópico, nos parecería una aventura de ciencia ficción.

## PRESTIGE - CUESTIONES FICOLÓGICAS

Todos los días arrojamamos toneladas de vertidos al mar, todos los días contribuimos a destruir un poco más nuestro litoral. Sabemos muy poco sobre los efectos de los diferentes tipos de contaminación que tan alegremente desarrollamos. Los vertidos accidentales o deliberados por parte de petroleros, calan más fácilmente en los ciudadanos, ya que no sólo afecta al medio, sino muy especialmente a los pescadores y marisqueros. Debemos profundizar en el conocimiento, la difusión y el respeto a las riquezas del Mar



*Gymnodinium catenatum*,  
dinoflagelado productor de toxinas.

## Globalización de los océanos. Plagas marinas

Dr. M. Sommer

Universidad de Kiel, Alemania

stu38884@mail.uni-kiel.de

"La globalización de los transportes, fenómeno por el cual disponemos de las materias primas o productos manufacturados en cualquier parte del planeta, conlleva la invasión de especies exóticas, extranjeras o invasoras de invertebrados, algas, bacterias, virus, protozoarios... que son transportados alrededor del mundo en el agua de lastre de los navíos".

"Los Océanos del mundo comenzaron biológicamente a ser homogenizados".

"RULETA ECOLÓGICA" de consecuencias tremendas.

"La introducción de organismos extraños en los ecosistemas que no les son propios puede conllevar pérdidas de Biodiversidad muy significativas".

"Una vez que una especie se ha introducido, causa un tremendo perjuicio ambiental, lo cual deriva en futuros desembolsos millonarios para la solución de los problemas que causa".

Desde que las civilizaciones antiguas comenzaron a navegar por los mares, los organismos acuáticos tienen la oportunidad de viajar a través de los barcos. En el pasado, la flora y fauna (FOULING) eran transportadas en la quilla de las embarcaciones. Hoy en día, la evolución en los diseños de los navíos ha permitido que viajen en el agua de lastre de los barcos

transoceánicos. Esta agua, llamada lastre, viene de millares de millas de donde fue tomada y contiene una diversidad enorme de especies extranjeras, y constituye el principal vector para la transferencia marina de las especies a través del mundo. Estas aguas están creando problemas significativos en el ambiente marino y la salud humana.

El flujo comercial de mercancías dentro y fuera del acceso del área de las bahías es una parte vital en las economías de las regiones e internacionales mundiales.

Sin embargo, las naves que traen estas mercancías también descargan el agua de lastre.

Las naves modernas se diseñan para transportar cargas pesadas, al ser descargadas las mercancías se transforman las naves en inestables, por eso se toma agua de lastre que proporciona un buen peso a la relación de la transformación del volumen; se toma fácilmente a bordo y se descarga; y puede ser cambiada de puesto entre los tanques de lastre dentro de un barco. Además de usar el agua para la maniobrabilidad y estabilidad del barco, se usa para compensar el resultado del consumo del combustible durante el viaje.

Más de 10.000 millones de toneladas son

## CUESTIONES FICOLÓGICAS

transportadas anualmente, cada nave puede llevar varios cientos de litros, depende del tamaño de la nave pudiendo llegar a transportar más de 100.000 toneladas de agua de lastre. La descarga de agua de lastre trae millones de plantas y animales no nativos en los ecosistemas marinos de los países. El índice de supervivencia de las especies luego de la descarga depende de que los parámetros abióticos sean óptimos para reproducirse y sobrevivir. Estudios indican que menos de tres por ciento de las especies realmente se establecen en nuevas regiones.

La Organización Marítima Internacional (IMO) señala que la gente puede enfermar o incluso morir por patógenos marinos introducidos por las aguas de lastre. A partir de 1991 está trabajando el IMO para crear una regulación obligatoria sobre la gerencia del agua de lastre. Una vez que los organismos estén introducidos en el ecosistema puede ser virtualmente imposible eliminarlos y en un corto tiempo pueden causar estragos. La Conferencia de las Naciones Unidas del Ambiente y Desarrollo (UNCED), en Río de Janeiro (1992) reconoció con preocupación la situación e impulsó la necesidad de evaluar medidas apropiadas de reglas en la descarga del agua del lastre, para prevenir la extensión de organismos no autóctonos.

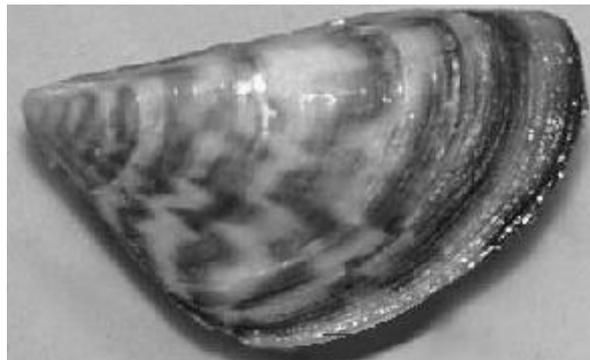
Las aguas de lastre se componen del agua y está llena de piedras, de sedimento, y de millares de especies vivas. Alrededor de 4.000 especies marinas viajan diariamente alrededor del mundo. Organismos grandes y pequeños, desde bacterias hasta peces se han documentado en las muestras del agua de lastre de los barcos. Estas especies son exóticas, extranjeras o invasoras. Esto significa que un miembro, o miembros de un grupo o de una población de una especie se incopore en un ecosistema acuático fuera de su hábitat nativo. Entonces se prepara el escenario para una posible invasión biológica que podría tener un impacto ecológico y económicamente significativo. Las especies invasoras exóticas son consideradas la mayor amenaza para la diversidad biológica después de la destrucción del hábitat. De acuerdo con el US Geological Survey, este problema supone unos costos ambientales de unos 100 billones de dolares al año sólo en USA. Se calcula que la introducción de especies extranjeras ha implicado la desaparición del 70% de las especies nativas en los 100 años pasados. Por ejemplo, en Elkhorn Slough (California) se han documentado más de 55 invertebrados extranjeros.

Los océanos del mundo comenzaron biológicamente a ser homogeneizados hace siglos. En las décadas pasadas se puede decir que hubo un movimiento aparentemente acertado de centenares de especies. Hoy día hay dos factores, la velocidad de las naves modernas y el volumen de agua de lastre, que están abrumando el éxito de las invasiones acertadas.

Los problemas que las especies de invertebrados, tal como el molusco asiático *Batillaria attramentarias*, especie de caracol invasor, originario de Asia, llegó a las costas del norte de California a través de la importación de ostras japonesas hace unos 70 años. Su explosión demográfica ha llevado a las poblaciones autóctonas de estos moluscos a su extinción. Usando datos de campo se ha programando un modelo con el

cual se observa que los moluscos autóctonos (*Cerithidea californica*) se extinguirían en sólo 90 años. Se ha descubierto que en este proceso de invasión se tardarían más de 20 años en detectar los primeros síntomas de declive de las poblaciones autóctonas por competencia directa con las invasoras. Factores ambientales como la competencia interespecífica, la temperatura, lluvia, etc. influyen en el éxito de los organismos invasores y complica los esfuerzos para predecirlo.

El mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) europeo se ha introducido por medio del agua de lastre de las naves en los Great Lakes norteamericanos, y su impacto en la economía local es de US\$ 1000 millones anualmente para el control de la contaminación y limpieza. Bloquean las tomas y salida de agua de las centrales eléctricas e industrias, además compite con los pescados nativos por el zooplancton. Otro intruso ha sido el *Melanostomus goby*, un pez que no había sido encontrado antes de 1990, es agresivo y son alimentadores voraces, posee un sistema sensorial bien desarrollado que perfecciona su capacidad de detectar otros pescados en la oscuridad, su crecimiento es rápido y una hembra produce hasta 5.000 huevos.



Mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*)

*Eriocheir sinensis* (cangrejo nativo de China). La primera observación en Europa de la introducción de este cangrejo ocurrió en Alemania en 1912. Durante su invasión en los años 30 y 40 causó daños a las represas de los ríos, en la acuicultura, en los diques y en otras protecciones de la costa e instalaciones del puerto.



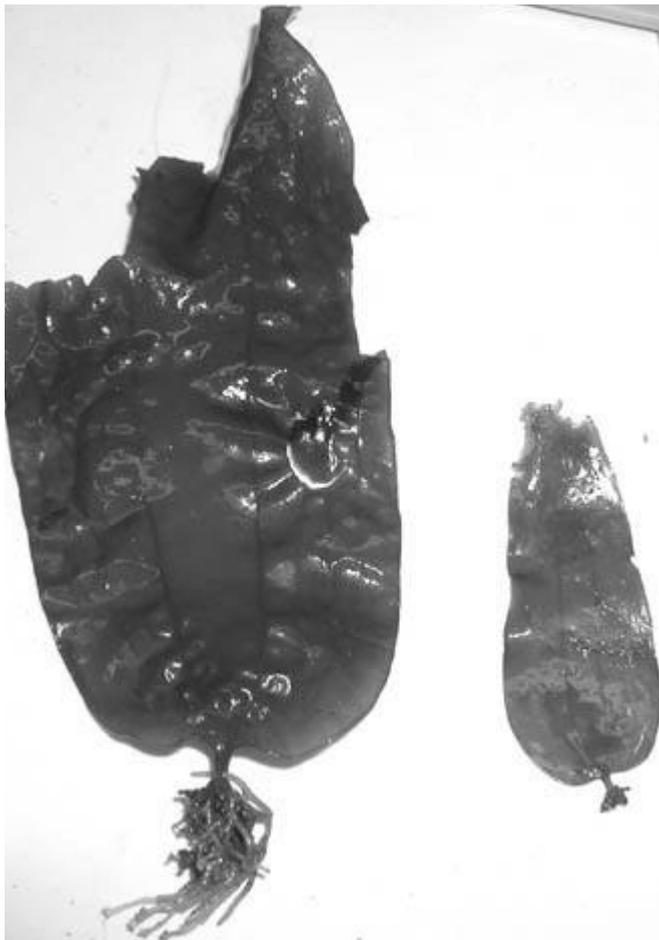
*Eriocheir sinensis*

*Undaria pinnatifida* (alga marina japonesa). Esta especie japonesa fue registrada en Europa en 1971 en una laguna mediterránea francesa, introduci-

## ALGAS 29

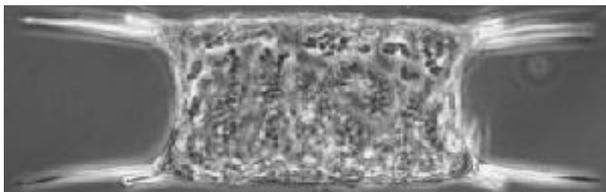
Junio 2003

da probablemente accidentalmente con las importaciones japonesas de la ostra. Fue traída a la costa atlántica del noroeste francés para cultivar en 1983.



*Undaria pinnatifida*

*Odontella sinensis* (alga asiática del plancton). Esta alga microscópica del plancton, nativa de Asia, fue introducida al Mar del Norte en los 1900. Fue el primer registro de introducción de un alga por agua de lastre.



*Odontella sinensis*

La aparición del alga asesina (*Caulerpa taxifolia*) en Europa en el año 1980 comenzó a concurrir y sustituir de su hábitat natural a vegetales nativos como *Posidonia*, fundamental como parte del ecosistema costero para el desarrollo de los pescados y los invertebrados larvales. En 1984, primero fue registrada en Mónaco y cubría un metro cuadrado; luego se separó inexorablemente, cubriendo 3 hectáreas en 1990, 30 hectáreas en 1991, 427 hectáreas en 1992, 1.300 hectáreas en 1993, 1.500 hectáreas en 1994 y más de 3.000 hectáreas en 1996. Actualmente cubre millones de hectáreas a lo largo de la costa de España, Francia, Mónaco, Italia, Inglaterra, Holanda, Bélgica, Argentina, USA, etc. El rápido crecimiento puede desplazar a las

## CUESTIONES FICOLÓGICAS

especies autóctonas que proveen el sustento a langostas, salmones y tortugas marinas. Esta alga es originaria de Japon, sur China y Corea.



*Caulerpa taxifolia*

"Sus efectos ecológicos son equivalentes a la sustitución de una selva tropical por zonas de bambú".

La *Caulerpa* es tóxica y no proporciona nutrientes aprovechables por las especies. Actualmente esta especie es vendida en internet sin ningún tipo de traba. En muchos países se regala a los consumidores por las tiendas de artículos de acuarios. Los pequeños fragmentos de esta alga que apenas se pueden ver pueden desencadenar plagas en los ecosistemas costeros.

La llegada de la medusa *Mnemiopsis* en el Mar Negro y de Azov por intermedio del lastre de agua de los barcos que cruzan entre el Mar Negro y el Atlántico Norte ha provocado el colapso de la anchoa y del espadín. Se piensa que esta especie no solamente se alimenta (zooplancton) de lo mismo que la anchoa, sino que además se come sus huevecillos y larvas. En el mar de Azov, *Mnemiopsis* casi consumió la población entera del zooplancton, que entre 1989 y 1991 disminuyó su biomasa a un 0,06 de su promedio normal. La biomasa total en el Mar Negro y Azov llegó a ser de 700 millones de toneladas.

Cinco especies de algas no-nativas amenazan los corales hawaianos. Algunas de ellas fueron introducidas por accidente, mientras que otras, como las que han aparecido en la bahía de Kaneohe, han sido el resultado de la instalación de diversas plantas de producción comercial de agar. Treinta años después de haberse instalado dichas empresas, se ha producido una extensión de estas especies en todos los arrecifes de dicha bahía, las cuales están amenazando todo el ecosistema marino. Su gran proliferación está causada por la no existencia de ningún predador que acabe con ellas; así las algas pueden crecer sin ningún control y están compitiendo actualmente por el sustrato con los corales. Además puede estar influenciando en su abundancia la combinación de otros varios factores

## CUESTIONES FICOLÓGICAS

como la sobrepesca, la contaminación con aguas fecales, la sedimentación de los limos procedentes de los ríos, etc.

Recientemente investigaciones han medido un promedio de cerca de dos millones de bacterias y veinte millones de virus por milímetro de agua de lastre en los barcos transoceánicos que entran a la Bahía de Chesapeake (USA). Considerando que la descarga anual de agua de lastre en los puertos de los Estados Unidos excede los 79 millones de toneladas métricas (151.600 litros de agua de lastre por minuto) entonces el número de bacterias y virus importados es verdaderamente astronómico.

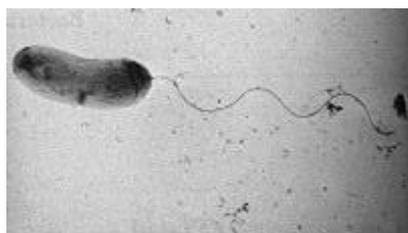
En las aguas de lastre se transportan también algas unicelulares llamadas DINOFLAGELADOS, los cuales son responsables de las mareas rojas y del envenenamiento de las mariscos. Por ejemplo, un gran crecimiento de una especie tóxica de dinoflagelados a lo largo de las costas del Golfo de Texas en 1986, produjo la muerte de más de 22 millones de peces. La industria costera de crustáceos de Nueva Zelanda fue cerrada varias veces debido a una floración tóxica de estas algas, lo que provocó pérdidas financieras a la industria, a la gente que trabajaba en la industria y en última instancia a la economía nacional.

La aparición de grandes cantidades de los géneros *Gymnodinium* y *Alexandrium* producen ingentes cantidades de toxinas que matan a los peces que se hallan en sus inmediaciones. Esta toxina tiene efectos neurotóxicos y resulta fatal para la fauna piscícola. Aquellas personas que consuman estos peces, o se alimenten de ostras o mejillones afectados por las toxinas, pueden enfermar. Los síntomas son entumecimientos en los miembros, mareos, náuseas, fiebre y parálisis muscular. En los cuadros clínicos más graves puede provocar diversas afecciones respiratorias que pueden causar la muerte.

El éxito de la invasión de los dinoflagelados está relacionado con su habilidad para permanecer en estado de inactividad por meses y aún años (20 a 30 años, *Gymnodinium catenatum*), en los tanques de los navíos. Luego de su descarga, al llegar a puerto, estos son estimulados por los nutrientes del agua y la luz y comienzan a crecer. A menudo éstos se encuentran en los sedimentos que algunas veces se acumulan en los tanques de los barcos.

Un microorganismo igualmente conocido por su impacto potencial es el *Vibrio cholerae*, el agente bacteriano del cólera en los humanos. Se ha transportado de Asia a las aguas costeras de América Latina. En otro caso, se ha encontrado una nueva cepa del *V. cholerae* en las ostras del Golfo de México. Esta nueva cepa es idéntica a una recogida del agua de lastre de barcos recientemente llegados de América Latina donde el cólera estaba causando epidemias. Esto nos indica que los barcos transoceánicos podrían estar transportando y distribuyendo otros patógenos a través del mundo.

Regulaciones nacionales e internacionales (en gran parte ahora voluntarias) están llamadas a intervenir en la Gerencia del Agua del Lastre frente a la industria marítima que implica a más de 130 naciones.



*Vibrio cholerae*

La Organización Marítima Internacional y la Ley Federal de Control y Protección contra la Alteración por Elementos Acuáticos No Autóctonos recomienda para reducir la tasa de nuevas invasiones el intercambio del agua de lastre en mar abierto. Los organismos arrastrados en el proceso tienen poca probabilidad de supervivencia en las aguas costeras cuando son descargadas al llegar a puerto. Este intercambio no es cien por ciento efectivo; los sedimentos podrían no ser descargados o los tanques podrían no ser descargados en su totalidad, permitiendo que las especies dañinas permanezcan en los tanques. Otras metodologías de tratamiento para el agua de lastre son la filtración, tratamiento con calor, desoxidación con nitrógeno, ozono, tratamiento con biocidas, ión ultrasónico e irradiación con luz ultravioleta. Estas soluciones son costosas, pueden ser peligrosas para la seguridad de la tripulación y pueden tener efectos negativos en el ambiente marino circundante donde se descargan las aguas tratadas.

Otros medios de la introducción de especies exóticas son: el comercio de acuario, militares, instituciones de investigación, distribución de mariscos, etc.

### LAS INVASIONES DEL AGUA DEL LASTRE CONTINUAN, Y CONTINUARÁN POR ALGUNOS AÑOS VENIDROS.

La introducción de especies exóticas suele acarrear en la mayor parte de los casos un impacto sobre la dinámica de las poblaciones marinas nativas y sobre la estructura de la comunidad donde se implantan. Las principales causas de tal impacto suelen ser:

- Predación sobre especies autóctonas que no presentan sistemas de defensa ante tales depredadores.
- Competencia con otras especies que ocupan el mismo nicho ecológico y que tienden a ser desplazadas.
- Alteración del hábitat y consecuente modificación de la estructura de las comunidades donde se asientan.
- Contaminación genética y pérdida de diversidad biológica marina.

**Navidades en la Antártida**

Dr. Luis Lubián Chaichío

Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía - C.S.I.C., Cádiz

luis.lubian@icman.csic.es

Del 26 de diciembre al 21 de enero pasados se realizó a bordo del BIO Hespérides la campaña oceanográfica antártica BREDDIES, la cual forma parte del proyecto titulado "Remolinos/meandros de mesoescala en la parte central del Estrecho de Bransfield: identificación y acoplamiento físico-biológico", liderado por Pablo Sangrá del Departamento de Física de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

El número total de científicos participantes en esta campaña fue de 16:

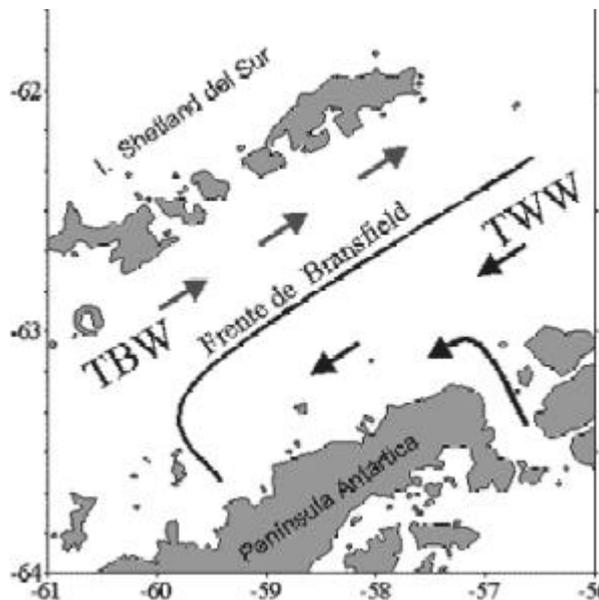
El planteamiento del proyecto parte de una campaña anterior (CIEMAR 99/00) en la que observamos la posible señal de unas estructuras en el estrecho de Bransfield que tenían una clara respuesta biológica. El objetivo general de la campaña BREDDIES es caracterizar física y biológicamente dichas estructuras y definir los mecanismos de ajuste entre los procesos físicos y la comunidad planctónica. Dicho de otro modo, comprobar si corresponden estas estructuras



7 eran de la ULPGC, 2 del Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (CSIC), 2 de la Universidad de Cádiz, 3 de la Universidad de Vigo, y 2 de la empresa oceanográfica Sidmar Bernhard Pack S.L. Además contamos con el apoyo de siete técnicos especialistas de la Unidad de Tecnología Marina del CSIC.

La campaña se desarrolló en la parte central del Estrecho de Bransfield que es un cuerpo de agua limitado al Norte por las Islas Shetland del Sur y al Sur por la Península Antártica. Por el borde Occidental del Estrecho hay una entrada de agua relativamente cálida y poco salina proveniente del Mar de Belligshausen y el Estrecho de Gerlache que fluye hacia el Noreste a lo largo de la mitad septentrional del Estrecho. Por el borde oriental penetra agua relativamente fría y salina proveniente del mar de Weddell que fluye hacia el Suroeste en lo largo de la mitad meridional del Estrecho.

Aproximadamente en el eje central del Estrecho convergen ambas masas de agua definiendo el Frente del Bransfield.



## CUESTIONES FICOLÓGICAS

con un sistema de remolinos oceánicos anticiclónicos o con un sistema de meandros frontales y ver qué influencia tienen dichas estructuras sobre la distribución y estructura de la comunidad planctónica, cuál es la naturaleza del acoplamiento físico biológico. Confiamos en que los resultados de este proyecto puedan contribuir a la identificación de estructuras a mesoescala no descritas previamente en la región y al mejor conocimiento del ajuste entre la comunidad planctónica y soporte físico del sistema marino antártico en el rango de la mesoescala.

Iceberg navegando por la Antártida



Pero, ¿por qué en la Antártida?. En otras regiones oceánicas también se desarrollan remolinos y sistemas de meandros frontales que influyen claramente la distribución de la comunidad planctónica. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en latitudes más bajas, en la región que muestreamos en principio la distribución de la comunidad planctónica no está limitada por la disponibilidad de nutrientes. De esta forma en esta región la señal del acoplamiento físico-biológico debería ser más clara al quedar filtrados los complejos procesos físicos responsables del aporte de nutrientes. Por otro lado debido esencialmente a una mayor intensidad de la aceleración de Coriolis, las estructuras a mesoescala son bastantes más pequeñas que en latitudes más bajas lo que permite muestrearlas con un mayor grado de sinopticidad.

La campaña se dividió en tres fases, una primera dirigida a la caza de estas estructuras y para ello se hicieron sucesivas aproximaciones al objetivo mediante el muestreo de dominios observacionales cada vez más reducidos y con mayor resolución espacial, mediante transectos a través del Estrecho con el objeto de posicionar el Frente del Bransfield y establecer la distribución de propiedades físicas y biológicas a escala regional.

Una vez localizado el Frente, en una segunda fase se procedió a posicionar los remolinos/meandros barriendo una malla de 30x120 millas en la región frontal con el ondulator N $\mu$ -Shuttle, que nos proporcionó información sobre la estructura física (temperatura, salinidad) de la parte superior de la columna de agua (de 25 a 150 m de profundidad) con una muy alta resolución espacial. Asimismo, obteníamos la distribución de la comunidad fitoplanctónica (clorofila) gracias al fluorímetro que lleva incorporado el ondulator.

Una vez localizadas las estructuras, en una tercera fase se procedió a su muestreo pluridisciplinar cortándolas con transectos perpendiculares entre sí.

Nuestro grupo de Cádiz tenía como misión el análisis de macronutrientes y el estudio de la estructura y distribución de la biomasa de la comunidad fitoplanctónica y el bacterioplancton. Para ello, se tomaron muestras de agua en un total de 47 estaciones a 11 profundidades comprendidas entre los 5 y 1.000 m, para analizar nutrientes y las poblaciones bacterianas

y entre 5 y 100 m, para determinar la cantidad de clorofila mediante el fluorómetro Turner y las poblaciones del nano (> 8  $\mu$ m), ultra (entre 2 y 8  $\mu$ m) y picoplancton (< 2  $\mu$ m) mediante citometría de flujo. También analizaremos el perfil pigmentario (clorofilas y carotenoides mediante HPLC) en muestras procedentes de filtrados con distintos tamaños de poro a la profundidad del máximo de clorofila con el objeto de tener una herramienta quimiotaxonómica más a la hora de caracterizar los distintos grupos que componen el fitoplancton.

Finalmente, a esta profundidad hemos tomado muestras del microplancton (> 10  $\mu$ m) para su observación al microscopio. Una vez que el BIO Hespérides ha regresado de la Antártida nos queda ahora un número muy grande de muestras por analizar y datos por tratar y esperar pacientemente la reflexión y discusión entre todos, que promete ser interesante.

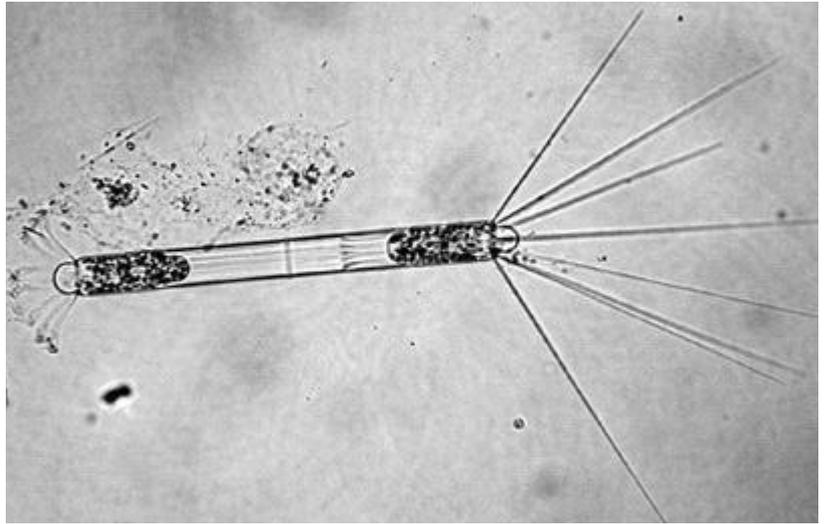
El trabajo ha sido duro en algunos momentos, pero también es cierto que nos ha dejado muchas oportunidades para poder admirar la singularidad de esta aguas. Uno de los diarios de campaña al final lo describía bien:

"...Muchas cosas nos han ido llamando la atención a medida que pasaban los días. "Informativo: iceberg a estribor" sonaba por la megafonía del barco nada más dejar atrás el tan temido Drake. Salimos todos a cubierta y nos quedamos admirando aquel magnífico témpano helado sin saber que días más tarde sería simplemente un hielo más. Aún así después de varias semanas de campaña siempre encontrábamos una nueva razón para sorprendernos: una forma llamativa, un reflejo de tiempos inmemoriales... "Informativo: ballenas por popa" gritaban de nuevo los altavoces. Las frenéticas carreras por cubierta hicieron que más de uno rodara por los suelos en busca de la mejor foto. El espectáculo de las ballenas fue relativamente cotidiano durante la última fase de campaña y raro era el día en el que no se dejaban ver, incluso varias veces estuvieron nadando junto al barco para nuestro disfrute.

La curiosidad de estos animales deparó magníficos momentos a toda la tripulación que nunca se cansó de perseguirlas por todo el barco. El momento cumbre fue cuando una de ellas dio uno de esos saltos espectaculares que siempre pensamos que sólo salen en los documentales de La 2. Ya no podíamos pedir

más, pero aún así lo tuvimos; orcas, albatros, pingüinos, focas... una oportunidad única de disfrutar de los grandes reyes de la fauna, tan esquiva en otras latitudes..."

Si a esto añadimos un magnífico ambiente entre científicos, técnicos y tripulación, en unas fechas señaladas como las navidades y conviviendo gentes de muchas partes de la geografía española, la experiencia resulta única y muy difícil de explicar con palabras. Pero todo lo bueno se acaba, aunque nos quedan muy buenos recuerdos, que reavivaremos de vez en cuando contemplando las fotos y los vídeos, muchas ganas de volver y muchas muestras que mirar. Es lo que tiene esto de la Antártida.



*Corethron*,  
un género típico del fitoplancton antártico

## Algas de Letras

Dr. Miguel Álvarez Cobelas

Centro de Ciencias Medioambientales - C.S.I.C., Madrid

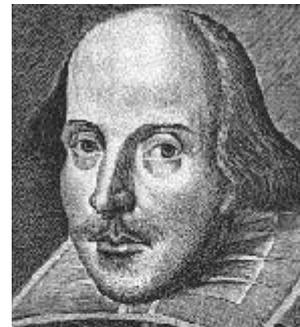
malvarez@ccma.csic.es

El antiguo bachillerato se parecía una pizca al burgués gentilhomme de Molière: hacía taxonomía sin saberlo, metiendo las asignaturas en los cajoncitos de "letras" y "ciencias". Mi primer contacto con las algas fue en el Quinto curso de aquel bachillerato, pero no resultó muy feliz; preguntado en un examen por las diatomeas, las confundí alegremente con las Vorticellas y me quedé tan ancho (y suspendido, claro). Lo único que saqué en limpio de las algas fue que eran un tema "de ciencias".

Como a mí nunca me han gustado las divisiones en el conocimiento, desde hace tiempo he tratado de saber si las algas pueden llegar a ser "de letras". ¡Y qué cosa más "de letras" que la propia literatura! La mención directa o indirecta de las plantas en los textos literarios es, como cualquier aficionado habrá constatado, abundantísima. Un buen tema para los escritores. Desde la potente metáfora del bosque en *Macbeth*, pasando por la fabulosa descripción orgiástica de los árboles del sertón (Guimarães Rosa, 1956), navegando por el canto al peyote en los escritos de Antonin Artaud y reposando en la subyugante descripción de los cambios estacionales de las hojas (Pla, 1971), todo son exquisitos ejemplos de alimento vegetal para el espíritu. Hasta los pacientes líquenes tienen su ratito de gloria en libros como *Volverás a Región* (Benet, 1967) o en los innumerables existentes sobre las plantaciones del sur de Estados Unidos, de cuyos magnolios cuelga el "Spanish moss" en grandes dosis. Sin embargo, con las algas es otro cantar; tan suyas y tan a su aire viven que poca gente se ha fijado en ellas para otra cosa que no sea venderlas, comérselas o, mucho más raramente, estudiarlas. No, no son un tema nada literario. Y, así, las menciones que he encontrado en las narraciones, poemas o canciones son poquitas, aunque enjundiosas. Si conoceis alguna

más, divulgadla: las algas de letras también gozan de corazoncito y quieren tener quién les escriba.

Empezaré con el letraherido más reconocido, Shakespeare.



William Shakespeare

*King Lear*, impreso en 1608, es un tragedión, en particular, para quienes adoren a la familia como institución. Entre sus numerosos personajes sufridores está el hijo del barón de Gloucester Edgar, desgraciado errabundo, medio tronado, que se hace llamar Tom of Bedlam. Pues bien, Edgar/Tom, en la escena cuarta del acto tercero, declara de sí mismo

"Poor Tom, that [...] drinks the green mantle  
of the standing pool"

Claro que la túnica también podría estar hecha de lentejas de agua.

No conozco otra mención a las algas de letras hasta el siglo XX. Boris Vian, el malogrado trompetista, cantante, ingeniero y polígrafo, publicó una simpática novela titulada *Vercoquin et le plancton* en 1947. Vian era un escritor original dentro de lo que cabía, precursor del género del absurdo y que en el prólogo de esa

## CUESTIONES FICOLÓGICAS

novela recalca:

"Le plancton ne me tente point"

Es ocioso señalar que del plancton no volvió a hablar en toda la obra.

El texto de ficción más delicioso y original sobre las algas que he leído es uno del juez-poeta Joan Perucho.



Joan Perucho

Está en una preciosa edición de su famoso libro *Botánica oculta o el falso Paracelso*, publicado en 1969 en la editorial Táber, de la cual fue asesor literario. Se trata del cuento-pastiche titulado *La suplicante*, cuya fotocopia dí a los asistentes a una reunión de la SEF celebrada en Valencia hace algunos años. No voy a repetirlo aquí íntegro porque me pasaría varios lagos, pero éstos son algunos botes de muestra:

[...] "De pronto, se oyó un gran chapoteo en el agua, justo a estribor, emergiendo acto seguido un alto macizo de algas ondulantes, formando un solo cuerpo, el cual se enderezó a considerable altura, destacándose en su centro un alga de mayor tamaño y color rojo. Luego, ante la estupefacción de todos, aquel extraño vegetal marino se puso a cantar..."

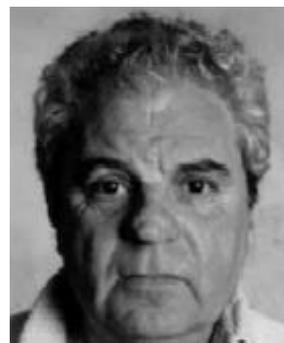
[...] "Parece ser que hay posibilidades de que actúe en el próximo festival de Eurovisión representando a Indonesia."

En cuanto a su naturaleza, muy poco conocida, sólo se sabe que se alimenta de las miasmas del agua de mar -es decir, del plancton- y, no estando sujeta a ninguna clase de represión sexual, se reproduce libremente por esporas".

Desespero de encontrar la edición original, que -según parece- incluía unos grabados antiguos, aunque ignore si la suplicante estaba entre ellos. Después se han hecho nuevas ediciones del libro, solas o con leche. Yo la tengo en un compendio de varias obras de Perucho, titulado *Fabulaciones*.

Comparativamente, las menciones literarias recientes a las algas resultan más tontainas. Así, Juan Marsé -en su, por otra parte, espléndida- *Ronda del Guinardó* (1984), donde nos cuenta la odisea calurosa y derrotada de un policía franquista y una hospiciara por la Barcelona pobre de la postguerra, comenta:

"Y de paso husmeaba el aroma de algas marinas que persistía en sus dedos"



Juan Marsé

En canciones, sólo he encontrado una de un grupo madrileño de pop elegante, ya desaparecido, a uno de cuyos discos tituló *Atún y algas* (1991). En la canción del mismo nombre, que desgrana con desgana el aburrimiento en una ciudad costera, el estribillo insiste a ritmo de samba en que

"No sé lo que verán los turistas de la gran ciudad.  
Atún, atún y algas, otra cosa no se explica"

Ciudad Jardín fue un conjunto cuyo tipo de letras de canciones recuerda al de los textos moderadamente absurdos de Boris Vian. Esta que aquí cito no es nada memorable si la comparamos con su mayor éxito (1.280 ejemplares vendidos), *Enmanuel negra en el valle de los zombies*, en pleno auge de la movida madrileña.

Poco más me queda por deciros para abandonar por hoy. Entre la escasa literatura japonesa que he leído, unos cuantos "haikus" y novelas de Kawabata, Oé y Mishima, no se mencionan las algas, lo cual queda raro en el país que las tiene como seña de identidad. Tampoco recuerdo nada en los galegos Alvaro Cunqueiro o en el sobrevalorado Manuel Rivas, ni en el mejor prosista catalán, Josep Pla, quien tanto escribiera sobre la naturaleza "empordanesa".

Y ficoeritrin-ficoeritrinado: aquí acaban estas iletrillas sobre las algas letradas.

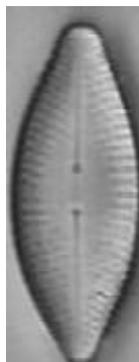
#### Bibliografía.

- Benet, J. 1967. Volverás a Región. Editorial Destino. Barcelona.
- Ciudad Jardín, 1991. Atún y algas. Fonomusic. Madrid.
- Guimarães Rosa, J. 1956. Grande sertão: Veredas. Nonada Participações Ltda. Rio de Janeiro.
- Marsé, J. 1984. Ronda del Guinardó. Seix y Barral. Barcelona.
- Perucho, J. 1996. Fabulaciones. Edición de Carlos Pujol. Alianza tres. Alianza editorial. Madrid.
- Pla, J. 1971. Les hores. Editorial Destino. Barcelona.
- Shakespeare, W. 1998. Five great tragedies: Romeo and Juliet, Hamlet, Othello, King Lear and Macbeth. Edición de Emma Smith. Wordsworth Classics. Wordsworth editions. Ware, Hertfordshire.
- Vian, B. 1947. Vercoquin et le plancton. Editions Gallimard. Paris.

*Nota del Editor:* En lo referente a las algas y su música, hemos de añadir uno de los grandes himnos del grupo Aviador Dro y sus Obreros Especializados, máximos exponentes del futur-pop de principios de los 80, que llevaba por título "*Plancton*", y que abogaba por un futuro de la humanidad en el que nuestro maná sería el plancton.

"En las olas reside la esperanza...  
plancton del fondo de los mares  
es la reserva ideal...  
semicaldo de cultivo

sólo plancton verde y negro...  
 Bebed este caldo nutritivo  
 la nueva forma de comulgar  
 Creed en esta sopa de cultivo  
 que a todos nos puede alimentar:  
 ... plancton, plancton, plancton, plancton...  
 ... plancton, plancton, plancton, plancton..."



"Es probable que algunas veces, al hallarnos tendidos sobre la verde hierba, contemplando la callada labor de las hormigas o las andanzas de menudísimos insectos, hayamos deseado poseer por unas breves horas la facultad de algunos encantadores de los cuentos de nuestra infancia, de poder disminuir y aumentar de tamaño a voluntad. Todo un mundo que ahora apenas vislumbramos se desplegaría en un magnífico cuento de hadas. Y al respirar de cerca el hálito húmedo de tal cantidad de seres vivos nos sentiríamos más capaces de encariñarnos con la vida, al convivir con ella en el escenario donde parece levantarse lentamente del barro a través del musgo, nos hallamos verdaderamente en la cuna de la vida" (Margalef, 1943. *Donde empieza la vida*. Ed. Scientia.).

Las algas continentales son un grupo de organismos muy heterogéneo y diversificado, cercanos a la cuna de la vida como dice Margalef, la asignatura pendiente en los proyectos de fauna y flora ibéricas, pero, desde hace unos meses y gracias al Ministerio de Ciencia y Tecnología, ya estamos trabajando denodadamente para poder disponer en un futuro de los volúmenes de la "Flora Ibérica de las algas continentales".

El proyecto se propone como meta la redacción y edición de la Flora Ibérica de las Algas Continentales, en forma de libro y dentro de lo posible como libro electrónico o CD-ROM, para facilitar la identificación de las algas continentales. Esta obra está estructurada en 23 volúmenes. Se estudiarán todos los grupos de algas (acuáticas y aerofíticas) de la Península Ibérica, Baleares y Canarias, incluyendo claves de identificación, descripciones, iconografía y bibliografía.

El trabajo se fundamenta en una investigación taxonómica original, en actualizar y sintetizar los conocimientos sobre las algas continentales que pueblan los ecosistemas acuáticos y aerofíticos de la Península Ibérica, Islas Baleares e Islas Canarias. Además de unas claves de identificación, cada taxon incluirá el nombre científico y sus sinónimos, una descripción morfológica, un dibujo original, imagen (en soporte digital o formato fotográfico tradicional), el hábitat en el que suele establecerse, su distribución geográfica en

Sin embargo, y en la línea argumental del autor de este artículo, sus mayores éxitos los cosecharon con temas como "La chica de plexiglas", "Nuclear sí", "Amor industrial" o "Néstor el cyborg".

## Flora Ibérica de las Algas Continentales

Dr. Jaume Cambra

Universidad de Barcelona

jcambra@ub.edu

la área estudiada, entre otros datos. También se comentarán aquellas observaciones que aclaren dudas sobre la variabilidad morfológica, ecología, interés biotecnológico o bioindicador, si se trata de una especie amenazada o invasora, aspectos destacables de su biología, etc.

El grupo de trabajo se ha organizado alrededor de 3 subproyectos, dirigidos por J. Cambra (U. Barcelona), Ángela Noguerol (U. A. Coruña) y P. Sánchez (U. Granada). Asimismo, se ha creado un organigrama formado por comité de seguimiento, un comité editorial que marcará las líneas de la edición de la obra y un comité científico, formado por investigadores europeos que controlará la calidad científica de los volúmenes.

Por lo que se refiere al estado de conocimiento de la flora de algas continentales en España, como ya se ha dicho, las obras de González-Guerrero y Margalef continúan siendo, el referente más importante y emblemático que se ha realizado hasta el momento. A pesar de esta incuestionable aportación, solamente disponemos de una monografía española referida a las algas de agua dulce: Las Carófitas de España (Reyes-Prósper, 1910). A pesar de estas discontinuidades observadas en las investigaciones y a partir de los registros actuales (Check-list, listas florísticas, bases de datos, etc.), en la Península Ibérica se han catalogado alrededor de 3.500 taxones de algas continentales, repartidas de la siguiente manera: *Cyanoprokariota* 564, *Euglenophyta* 116, *Dinophyta* 91, *Rhodophyta* 21, *Cryptophyta* 20, *Chrysophyta* 87, *Haptophyta* 9, *Phaeophyta* 1, *Bacillariophyta* 748 y *Chlorophyta* 1.626. Estas cifras se han de tomar con precaución, ya que existen muchas áreas inexploradas y el grado de conocimiento de los diferentes grupos taxonómicos es desigual e incompleto, en su mayor parte. Existen grupos muy desconocidos como los criptófitos, euglenófitos, quetoforales, rodófitos, volvocales, etc. También a nivel florístico, no solamente hay grupos prácticamente inéditos, sino que faltan prospecciones en amplias zonas de la Península Ibérica. El momento actual se caracteriza por un número relativamente amplio de expertos y una cierta dispersión de los datos, que reflejan una cierta heterogeneidad en el estudio de las diferentes zonas geográficas de España y Portugal. Así, se prevé con toda seguridad un incremento notable del número de taxones en algunos grupos, como las diatomeas, euglenófitos y clorococcales, entre otros.

En los últimos años, las colecciones de diato-

## CUESTIONES FICOLÓGICAS - RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS

meas, preparaciones de algas microscópicas y colecciones de cultivos unialgales han mejorado mucho. Las referencias bibliográficas y las check-list del área de estudio muestran el intenso trabajo de algunos equipos de investigación. No obstante, a pesar de esta labor investigadora y dada la extensión y complejidad de hábitats existentes en la Península Ibérica, Baleares y Canarias, existen todavía grandes lagunas en el conocimiento de la flora ibérica de las algas continentales. Se hace necesario, por tanto, iniciar el estudio riguroso y extensivo de éstas algas, para poder equiparar nuestro nivel de conocimientos ficológicos al de otros países de nuestro entorno geográfico.

Son muchos años que unos pocos, pero cada vez más, nos dedicamos a trabajar en el apasionante mundo de las algas microscópicas y estoy seguro que muchos de nosotros podríamos suscribir este texto que escribió Reyes-Prósper (1910) en su monografía de carófitos:

"Pasé mucho tiempo en sitios que en su mayoría son insalubres, pantanosos y donde las temperaturas son de extremado calor o intenso frío, transitando por soleadas donde en todo el día contados pastores y algunos escasos viandantes se encontraban, .... si el haber acometido y realizado esta labor lenta, penosa y desconocida, atesorara mérito alguno, débese al amor que siempre tuve a la flora de nuestro país" (Reyes Prósper, 1910).

En la actualidad están implicados más de 20 investigadores en este proyecto, pero las puertas están abiertas siempre para incorporar a todo el mundo que quiera participar en este reto que supone la realización de la Flora Ibérica de algas continentales. Nadie va a ser indispensable y todo el mundo es importante, por pequeña o grande que sea su grado de implicación.

Gracias a todos, a los que estais y a los que no estais en el proyecto, a nuestros colegas de algas marinas, de los que tenemos que aprender mucho, ellos nos han apoyado en todo momento y quiero agradecer muy especialmente a Tomás Gallardo el apoyo e ilusión que nos ha brindado en todo momento. das observaciones sobre la distribución en Namibia de

***Marine Benthic Algae of Namibia, de Jordi Rull Llach***

Scientia Marina 66 (suppl. 3): 5-256.

Dr. Tomás Gallardo

Universidad Complutense de Madrid

tgallar@bio.ucm.es

Tras varios años de trabajo el Doctor Jordi Rull ha puesto en nuestras manos una importantísima obra sobre las **Algas Marinas Bentónicas de Namibia**.

**MARINE BENTHIC ALGAE  
OF NAMIBIA**

1999 100 x 150 mm



En esta monografía no se echa en falta nada. La obra comienza con una extensa introducción sobre las características de las costas de Namibia y de las estaciones en las que se han realizado los muestreos; la introducción incluye los antecedentes históricos sobre las algas de Namibia.

Después de un apartado metodológico se exponen los resultados empezando con un comentario sobre las características de la flora algal de Namibia y se realizan un total de 86 notas taxonómicas y nomenclaturales; a continuación se ofrece la descripción sistemática del catálogo.

Al final del texto se encuentra un amplio comentario biogeográfico en el cual se hacen acerta-

las algas estudiadas y sobre la composición de la flora comparándola con las floras de otros mares.

Una exhaustiva bibliografía se presenta antes de un grupo de cuatro planchas con dibujos en color de ocho especies de algas. Se aportan, también, 115 mapas con la distribución en Namibia de las especies encontradas.

Al final del texto se incluye una clave de los géneros presentes en esta flora.

La flora bentónica marina confirmada de Namibia, como se expone en esta obra, está constituida por 196 táxones (147 algas rojas, 20 pardas y 29 verdes) de un total de 242 táxones citados para el área; en este estudio el autor ha identificado 21 especies no observadas anteriormente. Esta flora comparte con la flora del sur de África, la Provincia Marina de Benguela, un alto número de endemismos, 55 táxones, lo que hace que la detallada descripción de táxones del catálogo tenga aún mayor interés.

Para los géneros con más de una especie existe una clave dicotómica que permite identificarlas, y de cada especie se ofrece una iconografía con dibujos a cámara clara o fotografías, y a veces ambas.

Se indican las sinonimias de cada especie, los ejemplares estudiados, localidad y números de herbario de los pliegos, las referencias bibliográficas más útiles y la descripción de su hábito, morfología, anatomía, reproducción, hábitat y distribución en Namibia y en el resto del mundo; con frecuencia amplios comentarios taxonómicos y nomenclaturales completan las descripciones.

Sólo hay un aspecto que creo que debe completarse. En varios géneros encontramos especies descritas como sp.; es de esperar que dentro de poco el autor nos ofrezca su decisión sobre estas 14 especies y que, si en su opinión fueran nuevas especies para la Ciencia, tengamos pronto su descripción válida. El carácter experimental de la ciencia hace que los

Como resumen creo que esta obra es fundamental para conocer y estudiar la flora de esa importante región que son las costas de Namibia y por extensión de África.

### Las diatomeas bentónicas de las lagunas del Parque Nacional de Sierra Nevada. Estudio comparado con las colecciones del Herbario de la Universidad de Granada (GDA)

Tesis Doctoral  
Dr. J. Eduardo Linares  
Universidad de Granada  
elinares@ugr.es

documentos sobre los que se desarrolla no sean únicamente literatura impresa o manuscrita, sino también aquellos procedentes del mundo natural, sobre los que se ha llevado a cabo el trabajo científico. De entre las instituciones encargadas de albergar y conservar muestras biológicas destacan por su larga tradición y papel fundamental en la investigación los dedicados a la conservación de las colecciones naturales. De entre ellas, son paradigmas los herbarios.

La Ficoteca del Herbario de la Universidad de Granada cuenta con una importante colección de muestras de Sierra Nevada que son las que han generado el desarrollo de esta Memoria.



Aspecto parcial de la Ficoteca del Herbario de la Universidad de Granada (GDA)

El objetivo general de la presente Tesis Doctoral se ha centrado en profundizar en el estudio de la flora y las comunidades de diatomeas bentónicas que se desarrollan en las lagunas de alta montaña de Sierra Nevada, desde una doble perspectiva: actual e histórica. Para ello, se han estudiado las comunidades

epipélicas y epilíticas de las lagunas de Sierra Nevada muestreadas y depositadas en el Herbario de la Universidad de Granada, a la vez que se han muestreado nuevamente y en profundidad las comunidades epilíticas de dichas lagunas.

Así, se han catalogado y estudiado un total de 311 muestras provenientes de 26 lagunas diferentes, entre materiales de herbario y los provenientes de muestreos de campo entre los años 1996 y 1999.



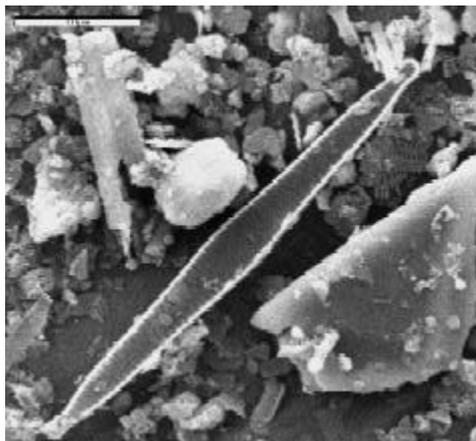
Sierra Nevada, Laguna de Río Seco

Del análisis de dichas muestras se ha elaborado un catálogo florístico de 103 táxones, lo que supone una aportación al catálogo diatomológico de Sierra Nevada de 65 citas nuevas. De entre ellas, 5 táxones han sido encontrados únicamente en muestras epipélicas y 40 únicamente en muestras epilíticas. Las especies que forman parte de estas comunidades son básicamente diatomeas pennadas. Entre las especies de diatomeas céntricas sólo cabe reseñar por sus particulares características morfológicas y ecológicas a *Thalassiosira* cf. *bramaputrae*.

Las diatomeas pennadas pertenecen fundamentalmente a las Familias *Achnantheaceae*, *Fragilariaceae* y *Naviculaceae*. Los géneros mejor representados (en cuanto a número de táxones) son *Pinnularia* (12) y *Eunotia* (7). Las especies de más amplia distribución en el conjunto de las lagunas estudiadas son *Pinnularia microstauron* var. *microstauron*, *Nitzschia sublinearis*, *Achnantheidium minutissimum*, *Encyonema minutum* y *Staurosirella pinnata* var. *pin-*

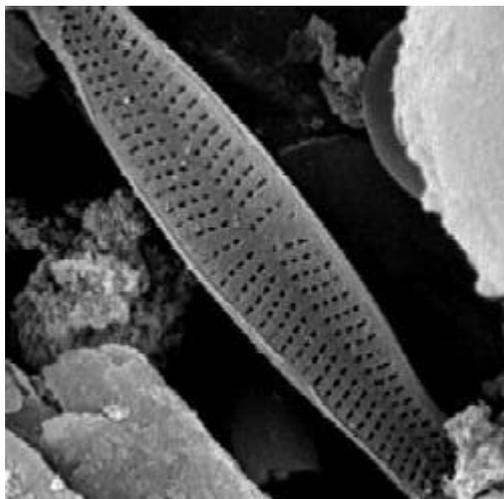
## TESIS, TESINAS, PROYECTOS

nata. Entre ellas destacan por su abundancia: *Achnantheidium minutissimum* y *Staurosirella pinnata* var. *pinnata*. La primera de estas especies forma parte, fundamentalmente, de las comunidades epilíticas, mientras que la segunda participa tanto de las epilíticas como de las epipéllicas. Entre las especies que forman parte de estas comunidades destacan, por su rareza o especiales características estructurales, *Caloneis aerophila*, *Muelleria* cf. *islandica* y el Complejo *Encyonema minutum*. *Fragilaria* cf. *inflata* var. *istvanfii* se considera un taxon por estudiar más ampliamente, recogido en la laguna 2ª del Complejo de Siete Lagunas.



*Fragilaria* cf. *inflata* var. *istvanfii*

El análisis de las comunidades de diatomeas se ha centrado, fundamentalmente, en las lagunas de La Caldera y Río Seco, donde se ha desarrollado un muestreo extensivo de su zona litoral a lo largo de varios ciclos estivales. Como consecuencia del mismo hemos detectado la existencia de una cierta heterogeneidad espacial en las cubetas de ambos sistemas, las cuales vienen dadas fundamentalmente por las distintas características morfológicas del litoral de dichas lagunas. De cualquier forma, la comunidad establecida en cada uno de los litorales es homogénea y se encuentra dominada por un sólo taxon en cada uno de estos ambientes: *Achnantheidium minutissimum* en el caso de La Caldera y *Opephora olsenii* en el caso de Río Seco.

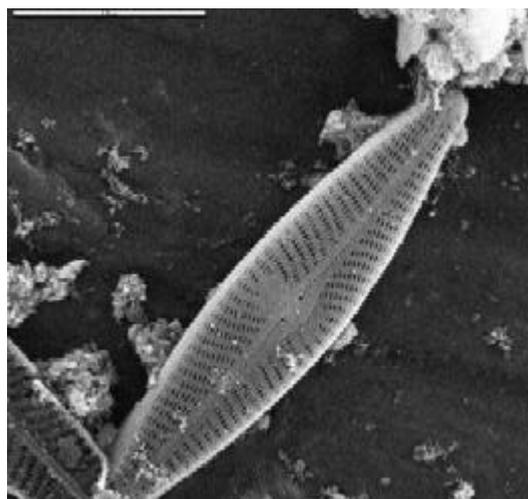


*Achnantheidium minutissimum*

La variación estacional estudiada en ambos sistemas pone de manifiesto la enorme sensibilidad de los mismos frente a los factores ambientales. En el caso de La Caldera hemos detectado una brusca sucesión estacional como consecuencia del proceso de desecación que sufrió esta laguna hasta 1995. La recuperación de su nivel hídrico, producida en 1996, generó una comunidad diferenciada donde *Fragilaria capucina* subsp. *rumpens* dominó a lo largo de todo ese ciclo. A partir de este año se establece otra comunidad más estable en torno a *Achnantheidium minutissimum*, y que consideramos general de esta laguna a lo largo de todo el periodo de estudio (1981-1999).

La laguna de Río Seco también ha mostrado una importante inestabilidad en el desarrollo de sus comunidades. Así, en el año 1996 destaca la importancia de *Opephora olsenii*, que se prolonga hacia el ciclo siguiente, disminuyendo en 1998 cuando *Gomphonema gracile* adquiere una importante presencia en este sistema. Durante este último año las otras dos lagunas de este complejo también mostraron importantes modificaciones en sus comunidades epilíticas. Consideramos que la demolición del Refugio Félix Méndez, a finales del verano de 1997, y el consecuente depósito de materiales en el fondo de dichas lagunas pudo haber influido en las modificaciones de estas comunidades.

El análisis de agrupación desarrollado sobre las comunidades epilíticas estudiadas permite diferenciar dos tipos de lagunas en cuanto a su composición específica y características morfométricas: las lagunas abiertas, con rica vegetación litoral y flujo de agua más o menos continuo presentaron una comunidad dominada por *Staurosirella pinnata* var. *pinnata*. Por otra parte, las lagunas cerradas, que generalmente no presentan borreguiles en su litoral, muestran una comunidad dominada por *Achnantheidium minutissimum* y en la que es característica la presencia de *Navicula cryptocephala*.



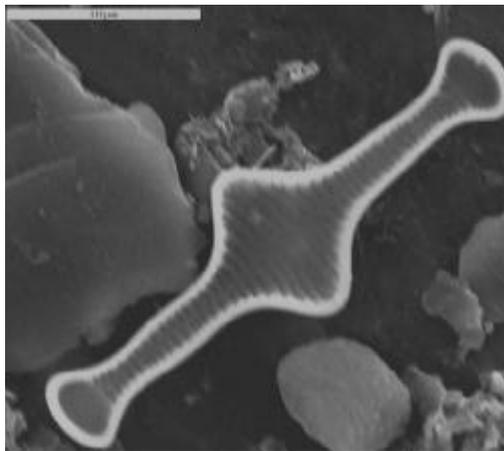
*Navicula cryptocephala*

Para completar el conocimiento de estos sistemas hemos comparado los materiales recolectados con las muestras epilíticas de la Laguna de La Caldera depositadas en el Herbario de la Universidad de Granada. Para ello, hemos calculado, igualmente, diversos índices biológicos (diversidad, riqueza, simila-

idad) y hemos utilizado análisis estadísticos (análisis de agrupación, análisis de correspondencias) que nos han ofrecido una importante visión global sobre dichas comunidades en esta laguna en los últimos 19 años, poniendo de manifiesto la gran importancia que tienen en su desarrollo las condiciones ambientales reinantes en el macizo montañoso.

Finalmente, hemos analizado las comunidades epipélicas de las lagunas nevadenses, a partir de las muestras depositadas en el Herbario de la Universidad de Granada. El uso de análisis estadísticos (análisis de agrupación, análisis de correspondencias) ha sido igualmente utilizado para facilitar la interpretación de los datos disponibles sobre estas comunidades bentónicas en Sierra Nevada, sus similitudes y sus diferencias.

Como parte de los resultados procedentes del estudio de las muestras de la Ficoteca podemos destacar la caracterización de las comunidades epipélicas, donde se diferencian dos grandes grupos: en uno de ellos es de nuevo *Staurosirella pinnata* var. *pinnata* la especie que domina la comunidad, asentándose en aquellas lagunas de cubetas someras, con presencia de borreguiles y mayores valores de nitratos y alcalinidad. La otra comunidad es aquella dominada por *Tabellaria flocculosa*, que se desarrolla preferentemente en lagunas abiertas, de litoral mixto y con una elevada concentración de sílice en sus aguas.



*Tabellaria flocculosa*

La capacidad de las diatomeas (especialmente en comunidades bentónicas) para la indicación de cambios ambientales ha puesto de manifiesto que eventos poco agresivos para la supervivencia y estructura de otras comunidades (como la demolición del Refugio Félix Méndez) tienen una gran importancia en la organización y desarrollo de estas comunidades algales, por lo que creemos necesario considerar más profundamente los efectos que sobre estos medios pueden tener actuaciones en el manejo de espacios naturales protegidos como es el caso del Parque Nacional de Sierra Nevada.



Sierra Nevada, Parque Nacional y Reserva de la Biosfera

**Algas bentónicas marinas del puerto de A Coruña (N.O. Península Ibérica). Tipificación florística y ambiental**

Tesis de Licenciatura  
Lda. Viviana Peña  
Universidade de A Coruña  
vivianaf@udc.es

Esta Tesis de Licenciatura contempla el estudio de la flora y vegetación bentónica marina del puerto de A Coruña. Éste se localiza en la parte occidental de la ría de A Coruña, y ocupa una superficie de

860.181 m<sup>2</sup> -en pleno centro del núcleo urbano de A Coruña- extendiéndose desde la parte interna de la ría hasta la zona de apertura de la misma. Se han realizado muestreos de la vegetación en transectos que com-

## TESIS, TESINAS, PROYECTOS

prendieron muelles, escaleras y escolleras en 12 localidades del puerto y correspondientes a tres sectores (interno, intermedio y externo) en función del grado de exposición que presentan dentro del contexto portuario.



Puerto de A Coruña

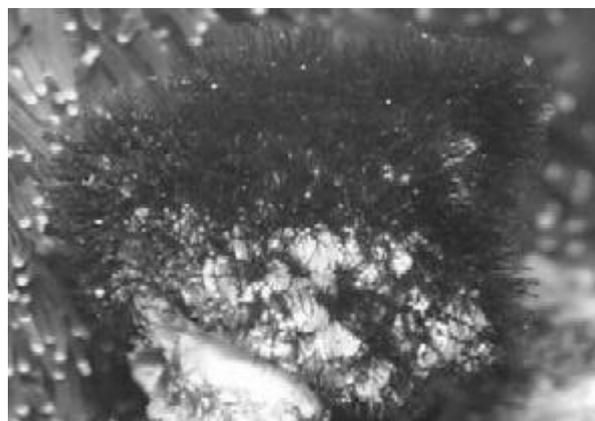
Los objetivos planteados han sido los siguientes:

- Establecer una base florística y metodológica susceptible de ser empleada en posteriores estudios en el área portuaria y extrapolable a otras zonas de similares características.
- Realizar el catálogo de la flora bentónica del puerto de A Coruña atendiendo a los grupos taxonómicos *Cyanophyta*, *Rhodophyta*, *Chlorophyta* y *Phaeophyta*.
- Describir la vegetación dominante y la flora acompañante en función de la distribución vertical en las localidades portuarias.
- Caracterizar florística y fisionómicamente la zona portuaria y su comparación con otras áreas portuarias.
- Realizar un estudio comparado de la flora y vegetación para su aplicación en la diferenciación entre localidades y en la sectorización de la zona portuaria.

El catálogo florístico comprende 206 especies, repartidas en 29 cianófitos (14%), 104 rodófitos (51%), 34 clorófitos (16%) y 39 feófitos (19%). En este apartado también se proporcionan datos taxonómicos, morfológicos, autoecológicos, fenológicos, bibliográficos y corológicos en relación a las especies registradas. Son de interés florístico los cianófitos *Myxosarcina gloeocapsoides* y *Stanieria sphaerica* por ser novedad para la Península Ibérica y norte de la Península Ibérica, respectivamente. Asimismo, los rodófitos *Ceramium cimbricum* y *Seirospora interrupta* son primera cita para Galicia y para la provincia de A Coruña, respectivamente. Además, el cianófito *Xenococcus cladophorae* cf. y el clorófito *Enteromorpha flexuosa* subsp. *pilifera* cf. requieren un estudio más pormenorizado, ya que de confirmarse su identidad serían novedad para el Atlántico europeo y novedad peninsular, respectivamente.

El conjunto de la flora portuaria revela una dominancia de especies de *Rhodophyta* tanto por el

número de especies que aporta como por su abundancia en todas las localidades. El efecto es más acusado en los sectores con mayor renovación de agua, mientras que en el sector más protegido así como en el nivel superior de todas las localidades, de características más inestables, se produce un descenso de rodófitos a favor de un incremento de clorófitos. Las familias más importantes son *Ceramiales* y *Ulvales*, la primera de ellas con elevada representación en todas las localidades portuarias. Por otra parte, *Cyanophyta* constituye una parte fundamental de las comunidades portuarias estudiadas, especialmente en las pertenecientes a las localidades más protegidas, junto con *Chlorophyta*. *Phaeophyta*, a pesar de ser el segundo grupo taxonómico en cuanto al número de especies, su representación es mínima dentro del conjunto de la vegetación portuaria, debido a la regresión de géneros característicos de las comunidades clímax como *Cystoseira* spp., *Laminaria* spp. y *Fucus* spp., con estrategia conservativa y carácter estenoico ante los procesos contaminantes. Estas especies competitivas en comunidades no alteradas (morfologías complejas, una baja relación superficie/volumen que se traduce en una reducida productividad neta, ciclos de vida largos) están en desventaja en medios inestables como los portuarios, viéndose favorecidas especies oportunistas que prolongan su tiempo de permanencia a costa de la regresión de las especies perennes. Así, ceramiáceas y clorófitos con formas filamentosas finas y foliosas finas son dominantes, ya que optimizan la relación superficie/volumen para obtener una elevada productividad neta a pesar del exceso de turbidez en la columna de agua. Atendiendo a la proporción de estos grupos, en algunas localidades protegidas con un mayor grado de alteración son predominantes las formas foliosas finas, viéndose reemplazadas por las filamentosas finas conforme aumenta el grado de renovación de agua. Asimismo, son abundantes las especies cespitosas *Gelidium pusillum*, *Gelidium pulchellum*, *Caulacanthus ustulatus*, *Chondracanthus acicularis*, *Gastroclonium reflexum* que forman céspedes compactos.

*Gelidium pusillum*

El desarrollo de estos rodófitos se debe fundamentalmente a la ventaja competitiva que presentan ante procesos de sedimentación. A su vez, este tipo de procesos provoca además una competencia entre flora

y fauna bentónicas que conlleva un aumento de la estrategia epibionte, fundamentalmente epizoica y una simplificación de la vegetación compuesta por ceramíaceas, determinados clorófitos y especies cespitosas.

Se han registrado varias especies alóctonas de presencia contrastada en las costas gallegas como son *Asparagopsis armata*, *Lomentaria hakodatensis*, *Antithamnionella ternifolia*, *Dasysiphonia* sp., *Polysiphonia harveyi*, *Colpomenia peregrina*, *Sargassum muticum*, *Undaria pinnatifida* y *Codium fragile* subsp. *tomentosoides*.



*Asparagopsis armata*

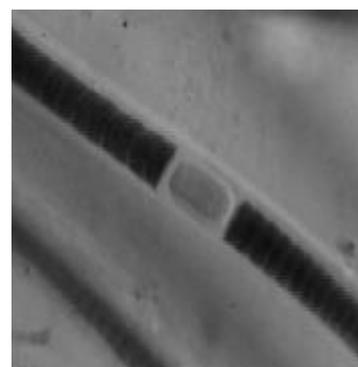
Las localidades con grado moderado de renovación de agua albergan un mayor número de estas especies, favorecidas probablemente por la presencia de nichos ecológicos vacantes y reducción de la competencia dentro de las comunidades. Por el contrario, su abundancia disminuye en las localidades más externas debido a la presencia de especies altamente competitivas propias del medio natural y en las localidades más protegidas, por la existencia de condiciones muy desfavorables para su asentamiento.

En esta tesis de licenciatura se han realizado transectos de vegetación en varios puntos de muestreo establecidos en cada localidad portuaria atendiendo hábitats característicos como muelles, escaleras y escolleras. Para una misma localidad, las escolleras son mucho más diversas que los muelles. El estudio de los transectos permite detectar en las paredes verticales de los muelles alta representación de los cianófitos *Calothrix crustacea*, *Lyngbya semiplena*, *Myxosarcina gloeocapsoides*, *Phormidium papyraceum*, *P. corium*, *Spirocoleus battersii*, *Symploca hydroides* y *Xenococcus schousboei*, clorófitos como *Blidingia minima*, *B. ramifera*, *Chaetomorpha aerea*, *Cladophora albida*, *C. pellucida*, *Derbesia marina*, *Enteromorpha flexuosa*, *E. prolifera*, *E. simplex*, *Gayralia oxysperma*, *Rhizoclonium tortuosum* y *Ulva pseudocurvata*, los rodófitos *Caulacanthus ustulatus*, *Ceramium gaditanum*, *Colaonema daviesii*, *Polysiphonia brodiaei*, *Porphyra leucostica*, *P. purpurea*, *Tiffaniella capitatum* y los feófitos *Acinetospora crinita*, *Fucus spiralis* y *F. vesiculosus*. En las zonas de escalera destacan los cianófitos *Calothrix crustacea*, *Spirocoleus battersii*,

TESIS, TESINAS, PROYECTOS

*Spirulina subsalsa*, *Xenococcus schousboei*, los clorófitos *Blidingia minima*, *Bryopsis plumosa*, *Codium fragile* subsp. *tomentosoides*, *C. tomentosum*, *C. tomentosum* var. *mucronatum*, *Enteromorpha simplex*, *E. prolifera* junto con los rodófitos *Aglaothamnion hookeri*, *A. pseudobyssoides*, *A. tenuissimum*, *Anotrichium furcellatum*, *Antithamnionella ternifolia*, *Apoglossum ruscifolium*, *Callithamnion tetragonum*, *Ceramium secundatum*, *Gelidium pusillum*, *Griffithsia schousboei* y *Pterothamnion crispum*. En las escolleras son características las cinturas de vegetación de algas pardas como *Bifurcaria bifurcata*, *Cystoseira baccata*, *C. usneoides*, *Fucus spiralis* var. *platycarpus*, *F. vesiculosus*, *F. serratus*, *Laminaria ochroleuca*, *Pelvetia canaliculata*, *Saccorhiza polyschides* y *Sargassum muticum* junto con los clorófitos *Prasiola stipitata*, *Cladophora rupestris*, *Codium fragile* subsp. *tomentosoides*, *C. tomentosum*, *Ulva pseudocurvata*, *U. scandinavica*, *U. rigida* y los rodófitos *Calliblepharis jubata*, *Callithamnion tetricum*, *Chondracanthus teedii*, *Chondria coerulescens*, *Compsothamnion thuyoides*, *Corallina elongata*, *Gastroclonium reflexum*, *Gelidium pulchellum*, *G. pusillum*, *Gracilaria multipartita*, *Osmundea pinnatifida*, *Pterothamnion plumula* y *Rhodothamniella floridula*.

Teniendo en cuenta diferentes criterios contemplados en el presente estudio (nivel de alteración de las comunidades, composición específica de las mismas, abundancia de especies, valor indicador de determinadas especies algales y proporción de los grupos de formas biológicas) se ha sectorizado el puerto de A Coruña en tres niveles de alteración: un nivel mínimo que comprende las localidades más externas, un nivel intermedio que incluye todas las localidades con grado moderado de renovación y dos localidades protegidas y un sector con grado elevado de alteración que incluye el resto de localidades internas.



*Calothrix crustacea*



*Cladophora rupestris*

## Muestreo y conservación de microalgas para la Flora Ibérica de las Algas Continentales (FIBA)

Dr. Pedro Sánchez  
Universidad de Granada  
psanchez@ugr.es

A partir de esta nueva época del boletín se desea mantener una sección fija en ALGAS, donde se describan con la extensión y exactitud requeridas, todos aquellos métodos ficológicos que puedan ayudarnos a fijar, conservar o desarrollar distintos tipos de estudios. De esta forma podremos poner en común un buen número de métodos que nos sirvan como alternativa o complemento a aquellos que utilizamos de forma rutinaria.

Nuestro boletín ya desarrolló una sección similar a la que se le denominó "Sección técnica" en la que algunos de nuestro compañeros nos contaban determinadas técnicas o métodos que consideraban de interés, como fueron los casos de Angeles Aguilera, Enric Ballesteros, Yolanda Carretero, Sonsoles González, Elena Hevia, y por supuesto nuestra más habitual asesora metodológica Mariona Hernández.

Dado que durante este año comenzamos los muestreos del proyecto de investigación "FLORA FICOLÓGICA DE LAS ALGAS CONTINENTALES" nos ha parecido adecuado iniciar esta serie con la metodología de muestreo propuesta para este proyecto, que incluimos a continuación.

Sería interesante abrir un diálogo con comentarios, críticas, aportaciones, etc. a los métodos ofrecidos y que fuesen publicados en el siguiente número. Esta vez os lo pongo muy fácil, los métodos de muestreo que se ofrecen a continuación son susceptibles de muchos comentarios... (los espero, os prometo que no los tomaré a mal).

### MUESTREO Y CONSERVACIÓN DE MICROALGAS PARA LA FLORA IBÉRICA DE LAS ALGAS CONTINENTALES: FIBA

Con el fin de unificar todos los criterios de muestreo por parte de los diferentes grupos de investigación participantes, se presentó el pasado 10 de mayo en Coimbra el siguiente protocolo para el muestreo y la conservación de algas microscópicas.

#### I. MICROALGAS PLANCTÓNICAS: FITOPLANCTON.

El fitoplancton se recolectará en embalses, lagos, lagunas, estanques, ibones, así como cualquier cuerpo de agua estancado que genere crecimiento algal. En el caso que sea posible (fundamentalmente en los grandes ríos), también se muestreará el potamoplancton.

1.- Situación de los puntos de muestreo.- En los sistemas someros el muestreo se realizará desde la orilla, estableciendo dos puntos de muestreo: uno litoral y otro localizada hacia el centro de la cubeta. En aquellos de mayor tamaño y profundidad, el segundo punto será de características eminentemente pelágicas, al cual se accederá desde embarcación.

2.- Toma de muestras.- En ambos se desarrollará la misma estrategia de muestreo, tomando las siguientes muestras:

- Arrastres horizontales y/o verticales.- Se realizarán con redes de 40 micras. Fijación con formol al 5%.

- Muestras de sedimentación.- Se tomarán de forma directa, a una profundidad de 20-25 cm. Las muestras se recolectarán en frascos opacos de cristal. Las muestras se tomarán por duplicado, una de ellas se fijará con una solución de lugol y la otra con una mezcla de glutaraldehído-paraformaldehído al 2.5%

3.- Anotaciones.- En cada punto se tomarán medidas de T<sup>a</sup>, pH y conductividad.

#### II. MICROALGAS BENTÓNICAS: EPILITON Y EPIPELON.

El muestreo de las comunidades microbentónicas se desarrollará de forma similar en aguas estancadas (lagos, lagunas, embalses, estanques, etc.) y corrientes (ríos, arroyos, manantiales, etc.).

##### A. EPILITON.

1.- Situación de los puntos de muestreo.- Las muestras para el estudio del epilíton se tomarán desde la orilla, a una profundidad aproximada de 0,5 metros. Como regla general se tomará un punto de muestreo por localidad. Cuando se estudien sistemas claramente heterogéneos (distintos tipos de substratos, de reofilia, ...) se muestrearán tantos puntos como se consideren necesarios.

2.- Toma de muestras.- En cada punto se tomarán 2 ó 3 piedras, que se rasparán sobre una batea. El resultado del raspado se introducirá en un único frasco que será fijado con formol al 5%.

3.- Anotaciones.- Medidas de T<sup>a</sup>, pH y conductividad, tanto de las aguas libres del punto muestreado, como del raspado obtenido.

##### B. EPIPELON/EPI-SAMMON.

1.- Situación de los puntos de muestreo.- Las muestras de epipelón/episammon se obtendrán en aquellos ambientes donde se acumulen sedimentos, materia orgánica, arenas finas, etc. que propicien el desarrollo de estas comunidades. Las muestras se tomarán desde la orilla y a una profundidad aproximada de 0.5 metros. Al igual que en el epilíton se establecerá un único punto de muestreo por localidad, excepto cuando se observen sedimentos muy heterogéneos.

2.- Toma de muestras.- Para facilitar la obtención de las muestras se utilizará un tubo de cristal o metacrilato de 1 metro de longitud y diámetro aproximado de 1 cm. con el cual se realizarán transectos dis-

cretos que después se integrarán en un único frasco. El frasco se conservará en frío y oscuridad hasta su transporte al laboratorio (o lugar de alojamiento).

3.- Separación de las algas.- En el laboratorio se procederá a la decantación del agua del frasco, dejando solamente el sedimento, el cual se verterá en varias placas de Petri, donde de nuevo se tratará de extraer el agua sobrenadante. Sobre este sedimento se depositarán varios cubre objetos que se retirarán cuidadosamente (con la ayuda de pinzas) y se introducirán en un frasco. Dicho frasco se agitará y su contenido se dividirá en dos fracciones: una se fijará con formol y otra con lugol.

4.- Anotaciones.- Igual que en las muestras epilíticas.

III. MUESTRAS PARA CULTIVOS.- Las muestras para cultivos se tomarán en frascos que se transportarán con el medio de cultivo, donde se inoculará una gota del agua problema. El transporte de estas muestras se realizará en nevera.

## **Las técnicas moleculares como herramientas complementarias en estudios con Cianoprocaritas**

Dra. Pilar Mateo

Universidad Autónoma de Madrid

Pilar.mateo@uam.es

Las cianoprocaritas (cianofíceas, cianobacterias) constituyen uno de los grupos de procaritas fotosintéticas con una mayor complejidad morfológica y diversidad estructural. Con una antigüedad de más de 3.500 millones de años, responsables de la oxigenación de la atmósfera, revisten una importancia especial en muchos de los ecosistemas en los que habitan. Principales productores primarios en muchos habitats acuáticos y con una capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico en condiciones aerobias, por parte de muchos de sus representantes, contribuyen de una manera significativa a los ciclos del C y del N.

Los estudios llevados a cabo en cianoprocaritas se han basado tradicionalmente en una caracterización morfológica mediante técnicas microscópicas y la obtención de cultivos monoalgales en los que se han desarrollado la correspondiente experimentación bioquímica y fisiológica. Sin embargo, la enorme variabilidad morfológica que pueden presentar ciertos táxones que origina la aparición de polimorfismos y variaciones geográficas en función de distintas condiciones medioambientales, han llevado en multitud de ocasiones a dificultar enormemente la identificación de distintas cepas, especies e incluso, a veces, hasta géneros. Por otra parte, es bien sabido, también, que la pérdida en cultivo de ciertas características morfológicas puede llevar a la imposibilidad de clasificación o identificaciones erróneas, que dificultan en gran medida la extrapolación de resultados. En este sentido, el avance en el desarrollo de distintas técnicas moleculares en diferentes campos de la ciencia, ha permitido abordar esta problemática desde un punto de vista, que de otra forma no hubiera sido posible. La incorporación de un análisis molecular al estudio de comunidades de cianoprocaritas surge como un herramienta complementaria a las técnicas tradicionales. Así, distintos grupos de investigación están llevando a cabo estudios sistemáticos en los que se examina la variación genética entre cepas de cianoprocaritas con el fin de discriminar entre distintos taxones y establecer relaciones filogenéticas.

Dentro de las técnicas moleculares más empleadas se debe reseñar con una importancia significativa la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). La PCR es una forma simple y muy rápida de multiplicar el DNA presente en diferentes muestras biológicas que nos permite amplificar regiones específicas para su posterior análisis y comparación de secuencias. Así unos de los genes que se están analizando hoy en día, gracias a esta técnica, son aquellos del operón de la ficocianina. El aparato fotosintético de las cianobacterias contiene clorofila a y pigmentos accesorios específicos, entre los que se encuentran ciertas ficobiliproteínas como son la ficocianina, aloficocianina y ficoeritrina. El operón de la ficocianina contiene genes que codifican para dos subunidades de biliproteínas y tres polipéptidos de estabilización. La región intergénica espaciadora (IGS) se encuentra entre los dos genes de las subunidades de las biliproteínas tiene una gran variabilidad en la secuencia de nucleótidos dependiendo de la cepa de cianobacteria, por lo que se esta utilizando para identificar distintas cepas que son iguales morfológicamente. El análisis molecular de dicho operón ha permitido a distintos investigadores discriminar entre cepas potencialmente tóxicas de aquellas que no lo son.

Las técnicas de "fingerprinting" genético proporcionan un patrón o perfil de la diversidad de la comunidad y están basadas en la separación física de especies únicas de ácidos nucleicos obtenidos mediante amplificación directa de los ácidos nucleicos del ambiente. Entre las más comúnmente utilizadas, caben destacar las técnicas conocidas como DGGE o TGGE (electroforesis en gel desnaturizante por gradiente químico o térmico) que permiten a partir de muestras de campo conocer el número de alelos diferentes y su concentración relativa en ellas. Los diferentes alelos en la muestra, amplificados por PCR mediante cebadores específicos, se separan mediante dichas electroforesis, resultando un patrón de bandas característico de esa comunidad, permitiéndonos comparar éste con el obtenido para otras muestras de

**METODOLOGÍA ALGOLÓGICA - MISCELÁNEA ALGOLÓGICA**

ambientes diferentes o seguir el comportamiento de una comunidad en el tiempo. La extracción de cada una de las bandas y su amplificación por PCR, permiten además secuenciar e identificar a cada uno de los miembros de la comunidad. Los cebadores que se emplean suelen ser aquellos que amplifican la región 16s RNA. El progreso realizado en el uso de RNA ribosómico y sus genes como marcadores filogenéticos fiables para el estudio de la relación evolutiva entre organismos aislados, combinado con la mejora de la tecnología de PCR, clonación y secuenciación, permite estudiar la diversidad de estos organismos a nivel genético y agrupar a los organismos en función de la similitud entre sus genes, que también refleja su relación evolutiva.

La aplicación de estas técnicas de marcaje molecular para detectar e identificar organismos mediante ciertos marcadores moleculares ha creado una nueva disciplina: la ecología molecular. Esta disciplina tiene el potencial de poder llevar a cabo una enorme serie de estudios a nivel algológico y ecológico. Por otra parte, debido a la capacidad de la PCR para amplificar pequeñas cantidades de ADN, los métodos basados en la obtención directa de ADN de los organismos en su medio, permite que ciertos taxones, que aparecen en números bajos en el ambiente, puedan ser detectados.

En algunas ocasiones (por ejemplo en el epilíton de ríos con sustrato silíceo) las cianoprocariontes se encuentran firmemente adheridas al sustrato, dentro de un biofilm del que son difíciles de recoger sin que los filamentos se fragmenten, tomándose así, muestras de mezcla de células individuales, en la que la identificación de los taxones es muy problemática. En estos casos, la ayuda de éstas técnicas moleculares puede ser muy valiosa. Además, el reducido volumen de muestra necesario para realizar este tipo de análisis, facilita el estudio de gran cantidad de distintos habitats muy difíciles de investigar con métodos tradicionales.

Ahora bien, no debemos olvidar que estas técnicas no pueden suplir las tradicionales, sino ser el complemento que ayude a resolver aquellos "puntos débiles" de las anteriores. La conjunción de las técnicas tradicionales y moleculares puede ser el futuro prometedor de la investigación algológica y ecológica de estos microorganismos.

## MISCELÁNEA ALGOLÓGICA

### Cursos, congresos, seminarios...

CURSO DE LA S.E.F. 2003

"INICIACIÓN AL ESTUDIO DE LAS ALGAS BENTÓNICAS:  
LOS HUMEDALES MEDITERRÁNEOS"

LUGAR: Facultad de Biología-Universidad de Murcia.  
Campus de Espinardo. 30100-MURCIA  
Telf: 968-364990.Fax: 968-363963. e-mail: maboal@um.es

FECHA: Del 29 de septiembre al 4 de octubre de 2003 (40 horas).

OBJETIVO: Se pretende familiarizar a los alumnos en las técnicas más usuales de recolección, conservación, tratamiento e identificación de los principales grupos de algas que se pueden recolectar en muchos de los humedales mediterráneos. El curso de carácter eminentemente práctico se basará en el estudio de las muestras recolectadas al inicio en el Marjal de Pego-Oliva por todos los asistentes.

PLAZAS: El curso estará limitado a 10 plazas.

COSTE DE INSCRIPCIÓN: 150 euros (se incluyen todos los materiales necesarios además de la salida al campo).

REQUISITOS: Ser socio de la Sociedad Española de Ficología.

ALOJAMIENTO: Se enviará a los inscritos información sobre posibles alojamientos

FECHA LÍMITE DE INSCRIPCIÓN: Se admitirán inscripciones hasta el día 1 de septiembre de 2003. Se recomienda enviar una ficha de inscripción con los datos personales lo

antes posible. La transferencia bancaria se realizará a la cuenta de la SEF.

#### PROGRAMA PROVISIONAL DEL CURSO

Día 29 de septiembre:

9-13h: Presentación. Técnicas de muestreo y limpieza.

16-20h: Técnicas de preservación y montaje.

Día 30 de septiembre:

Excursión.

Día 1 de octubre:

Reconocimiento-Identificación.

Día 2 de octubre:

9-13h: Reconocimiento-Identificación

16-20h: Cuantificación de biomasa I: pigmentos.

Día 3 de octubre:

9-13h: Reconocimiento-Identificación

16-20h: Cuantificación de biomasa II: censos, peso seco y cenizas.

#### Otros Cursos:

Seaweeds and Phytoplankton

Friday Harbor Laboratories, Univ. Washington, E.E.U.U. 9 de Junio a 12 de Julio de 2003

<http://megasun.bch.umontreal.ca/protists/cjocv.html>;

[www.uwm.edu/Dept/Biology/Docs/Faculty/sandgren.html](http://www.uwm.edu/Dept/Biology/Docs/Faculty/sandgren.html)

Primer-5 Workshop to follow the Annual PSA/SOP Meeting: A Hands-on Workshop on the Statistical Analysis and Interpretation of Assemblage Data from Environmental Studies, using PRIMER for Windows (v. 5). Given by Dr. K. R. Clarke (Plymouth Marine Laboratory, Researcher in Ecological Statistics). 20-22 June, 2003, La Quinta Inn, Newport, Oregon, hosted by G. Hansen and S. Murray.

## ALGAS 29

Junio 2003

Freshwater Algal Identification  
Hild-Bede College and School of Education, University of  
Durham, Gran Bretaña. 6-11 de julio de 2003

Phycologie fondamentale  
Station biologique de Roscoff de la Universidad de Paris VI.  
Roscoff (Francia)  
Curso Sokrates de la Unión Europea. 7-20 de Julio de 2003  
[http://www.sb-roscoff.fr/DPTENS/FORM\\_PHYCO.pdf](http://www.sb-roscoff.fr/DPTENS/FORM_PHYCO.pdf)  
Biodiversité des Producteurs Primaires en Méditerranée  
(Macrophytes, Phytoplancton): BIOPROME, Laboratorio  
Arago de la Universidad de Paris 6. Banyuls sur Mer  
(Francia)  
Curso Sokrates de la Unión Europea. 7-25 de Julio de 2003.  
<http://www.obs-banyuls.fr/enseignement/activites.htm>

Freshwater Algae  
Kindrogan Tutors: Eileen Cox and Elliot Shubert. 2-9 Agosto  
2003  
[www.field-studies-council.org/leisurelearning2003/courseinfo.asp?no=200](http://www.field-studies-council.org/leisurelearning2003/courseinfo.asp?no=200)

Algal courses in the North Aegean Sea. Última semana de  
junio y de Agosto de 2003.  
<http://w1.311.telia.com/~u31101877>

Master en Ciencias y Tecnologías Marinas (A distancia).  
Director: Dr. Joaquín Hernández Brito. Fac.Ciencias del Mar.  
Univ. Las Palmas de Gran Canaria.  
800 horas (2 años de duración). A distancia con soporte de  
Entorno Virtual. Titulación: Master por la Universidad de Las  
Palmas de Gran Canaria.  
Secretaría Científica:  
Instituto de Estudios Medioambientales  
Pº García Faria, 29  
08005-Barcelona  
Tlfno. 902225622; Fax: 902117367; Contacto: Silvia  
Báguena (iem@funiber.org) y Esther Herrera (admisio-  
nes@funiber.org). <http://www.redambiental.org>

### **Congresos:**

24 Congreso anual de la sociedad de científicos de humeda-  
les (Society of Wetland Scientist)  
Nueva Orleans, Louisiana, E.E.U.U., 8-13 de junio de 2003  
[www.sws.org](http://www.sws.org)

Northwest Algal Symposium  
Gleneden Beach, Oregon, E.E.U.U., 14-19 de junio 2003  
<http://www.spu.edu/depts/biology/nwas/index.html>

4th. Seminar/Workshop on toxicity assessment and chlo-  
rophyll/algae determination  
Kiel-Kronshagen, Alemania. 16-19 de junio de 2003  
Water Pollution 2003, Seventh International Conference on  
Modelling, Measuring and Prediction of Water Pollution.  
18-20 June 2003  
Cadiz, Spain  
[www.wessex.ac.uk/conferences/2003/water03/index.html](http://www.wessex.ac.uk/conferences/2003/water03/index.html)

## MI SCELÁNEA ALGOLÓ GICA

5º Congreso europeo de Biotecnología de Microalgas (5th  
European Workshop Biotechnology of Microalgae)  
Bergholz-Rehsbrücke, Alemania. 23-24 de junio de 2003  
<http://www.igv-gmbh.de/biotechnology/veranstaltungen.html>

Simposio europeo de las ciencias del agua dulce (Sefs  
Symposium European Freshwater Sciences)  
Edimburgo, Reino Unido. 13-17 de julio de 2003  
[www.sefs.info](http://www.sefs.info)  
III Congreso Europeo de Ficología (EPC3)  
Belfast, Irlanda. 21-27 de julio de 2003  
<http://www.epc3.org/information.htm>

The Role of Microphytobenthos in the Functioning of  
Estuarine Environments  
Amsterdam, Holanda. 21-23 de agosto de 2003  
<http://www.nioo.knaw.nl/ceme/mpb2003/>  
5º Simposio internacional sobre el uso de las algas en el  
monitoreo de ríos (5th International Symposium Use of Algae  
for Monitoring Rivers)  
Cracovia, Polonia. 2-6 de septiembre de 2003  
[kawecka@zbow.pan.krakow.pl](mailto:kawecka@zbow.pan.krakow.pl),  
[kwandrans@zbow.pan.krakow.pl](mailto:kwandrans@zbow.pan.krakow.pl)

22ème Colloque de l'ADLaF  
Española, España. 9-12 de septiembre de 2003  
<http://perso.club-internet.fr/clci/22emeColloqueADLaF.HTM>

8th International Symposium on Fossil Algae  
Granada, España. 18-20 de septiembre de 2003  
Juan C. Braga y Julio Aguirre, Dpto. de Estratigrafía y  
Paleontología, Fac. de Ciencias, Univ. de Granada  
[http://www.ugr.es/~estratig/congreso\\_algae/congreso\\_algae\\_homesp.htm](http://www.ugr.es/~estratig/congreso_algae/congreso_algae_homesp.htm)  
[jbraga@ugr.es](mailto:jbraga@ugr.es), [jaguirre@ugr.es](mailto:jaguirre@ugr.es)

XI Congreso Mundial del Agua. La gestión de los recursos  
hídricos en el siglo XXI.  
Madrid, 5-9 Octubre 2003  
[http://www.cedex.es/iwracongress2003/es/hoja2\\_es.htm](http://www.cedex.es/iwracongress2003/es/hoja2_es.htm)

British Diatomists Meeting  
31 de octubre - 2 de noviembre de 2003  
Dr Graham J.C. Underwood, Department of Biological  
Sciences, University of Essex, U.K.  
[www.essex.ac.uk/bs/staff/underwood/index.htm](http://www.essex.ac.uk/bs/staff/underwood/index.htm)

XIV Simposio de Botánica Criptogámica  
Murcia, diciembre de 2003.  
Contacto: M. Honrubia ([honrubia@um.es](mailto:honrubia@um.es)).

XVIII International Seaweed Symposium  
Bergen, Noruega  
20-25 de junio de 2004  
[www.niva.no/iss2004/index.htm](http://www.niva.no/iss2004/index.htm)

Congreso de la Sociedad Internacional de Limnología  
Lahti, Finlandia  
8-14 de agosto de 2004  
[sil2004@helsinki.fi](mailto:sil2004@helsinki.fi)

ALGAS es el boletín informativo semestral editado por la Sociedad Española de Ficología (S.E.F.) que se distribuye gratuitamente a todos sus socios. Esta publicación está dirigida no solamente a los socios, sino a todos los que trabajan en algología o temas afines, en nuestro país o en el extranjero.

Contiene información sobre actividades desarrolladas por la Sociedad, tales como reuniones, congresos, cursos, etc., así como propaganda sobre actividades de otras sociedades extranjeras e información de congresos y reuniones de temas relacionados con la algología. La revista está abierta a la colaboración de socios, y no socios, interesados en aportar información sobre su asistencia a dichas actividades o sobre cualquier tema relacionado con su línea de trabajo que pueda ser de interés general. Es nuestra intención que esta revista permita, además, un fecundo intercambio de informaciones, opiniones y material entre todos aquellos que viven de, por y para las algas.

Desde el volumen cero, que vio la luz en octubre de 1997, un tiempo antes incluso de la constitución legal de la S.E.F., ha ido creciendo y consolidando sus contenidos, hasta adquirir el aspecto que muestra actualmente.

Si desea pertenecer a la Sociedad Española de Ficología (S.E.F.) y tener acceso a esta útil información, rellene el formulario de inscripción que se encuentra más abajo y envíelo a la Secretaria de la Sociedad.

El pago de la cuota se realiza por transferencia bancaria, y su cuantía es la siguiente:

Clase de miembro: Ordinario.....24 euros      Becario.....12 euros      Estudiante.....6 euros

-----  
SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN EN LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FICOLOGÍA (S.E.F.)

Nombre: \_\_\_\_\_

Tipo de socio (marcar con una X):      Ordinario\_\_      Estudiante\_\_      Becario\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Ciudad:\_\_\_\_\_ Código Postal:\_\_\_\_\_ Teléfono:\_\_\_\_\_ Fax:\_\_\_\_\_ e-mail:\_\_\_\_\_

Campos de interés (incluir en un círculo): 1.Ecología marina. 2.Ecología de agua dulce. 3.Plancton. 4.Bentos. 5.Sistemática. 6.Morfología y desarrollo. 7.Fisiología y bioquímica. 8.Biología celular. 9.Genética. 10.Biología molecular. 11.Fisiología aplicada. 12.Docencia. 13.Algas fósiles. 14.Toxicidad. 15.Acuicultura. 16.Ecofisiología. 17.Otros (especificar): \_\_\_\_\_

DATOS PARA EL COBRO BANCARIO

Nombre completo del titular de la cuenta: \_\_\_\_\_

Banco/Caja/Entidad: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Código Cuenta Corriente:

Entidad: \_ \_ \_ \_      Oficina: \_ \_ \_ \_      D.C.: \_ \_      N° de cuenta: \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_

-----  
Cortar por las líneas punteadas, enviando la parte superior a la Secretaria de la SEF y la inferior al propio banco.

Sr. Director/a del Banco/Caja/Entidad: \_\_\_\_\_

Le ruego dé las órdenes oportunas para que, a partir de la fecha, hagan efectivos los recibos que, a mi nombre y a cargo de mi cuenta corriente/libreta de ahorro número \_\_\_\_\_ pase a cobrar la Sociedad Española de Ficología.

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

En \_\_\_\_\_, a \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Firma: \_\_\_\_\_