

# Vida científica

## NOVEDADES CIENTÍFICAS EN 2010

### EN CIENCIAS AMBIENTALES

#### “FLORES” DE NANOMATERIALES PARA ELIMINAR CONTAMINANTES DEL AGUA

Las aguas residuales industriales con un alto contenido en iones de metales tóxicos y contaminantes orgánicos son una seria amenaza para el medio ambiente y la salud pública. Esto ha propiciado que en la actualidad se hayan potenciado algunas líneas de investigación como la síntesis de nanomateriales con capacidad para absorber contaminantes del agua de forma directa y eficaz.

En las investigaciones dirigidas por H. Zhang, del Chan Chung Institute of Applied Chemistry (Chinese Academy of Sciences), se ha desarrollado un nuevo método sencillo y efectivo para obtener microesferas de óxido de hierro ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), que pueden emplearse en el tratamiento de aguas contaminadas. Con anterioridad se habían descrito otras rutas de síntesis, pero la principal ventaja de este procedimiento es que se evita el uso de surfactantes y copolímeros que tendrían que ser eliminados posteriormente de la disolución. Estas partículas del óxido de metal, en forma de flor y con propiedades magnéticas, poseen una gran superficie lo que permite tratar grandes volúmenes de agua en tiempos relativamente cortos. Posteriormente pueden separarse fácilmente de la disolución mediante un imán y limpiarse aplicando calor, de forma que mantienen sus propiedades y pueden volver a utilizarse. Esto supone una gran ventaja ya que se recuperan los materiales y sus capacidades de extracción no se ven afectadas (*CrystEngComm*, 13, 642-648, 2011).

#### LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD NO SE HA FRENADO

La Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó el año 2010 como “Año Internacional de la Diversidad Biológica” con el fin de atraer la atención internacional sobre el problema de la pérdida continua de la biodiversidad. En general, se pretendía incidir en la importancia de la biodiversidad sobre la vida humana, reflexionar acerca de los logros en su conservación y promover mayores esfuerzos para reducir significativamente el ritmo de pérdida de la biodiversidad.

Coincidiendo con la Convención sobre Diversidad Biológica (CDB) en Nagoya (Japón), un grupo de investigadores han publicado un trabajo donde analizan la situación global. A pesar de que en 2002 los líderes mundiales de distintos países adquirieron el compromiso de reducir la tasa de pérdida de biodiversidad en el Planeta para el año 2010, los resultados de este análisis demuestran que no se han alcanzado los objetivos previstos.

El autor principal de este estudio es S. Butchart del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el centro mundial de control para la conservación de la naturaleza. Se han utilizado 31 indicadores y después de evaluar los datos globales desde 1970 a 2005 han determinado que la mayoría de los indicadores del estado de la biodiversidad (número de especies, riesgo de extinción, extensión y condiciones de los hábitats, etc.) mostraron una tendencia a disminuir. Mientras que los indicadores de presión sobre la biodiversidad (consumo de recursos, especies exóticas invasoras, contaminación por nitrógeno, sobreexplotación y los impactos del cambio global) han aumentado. Aunque en ciertas áreas del

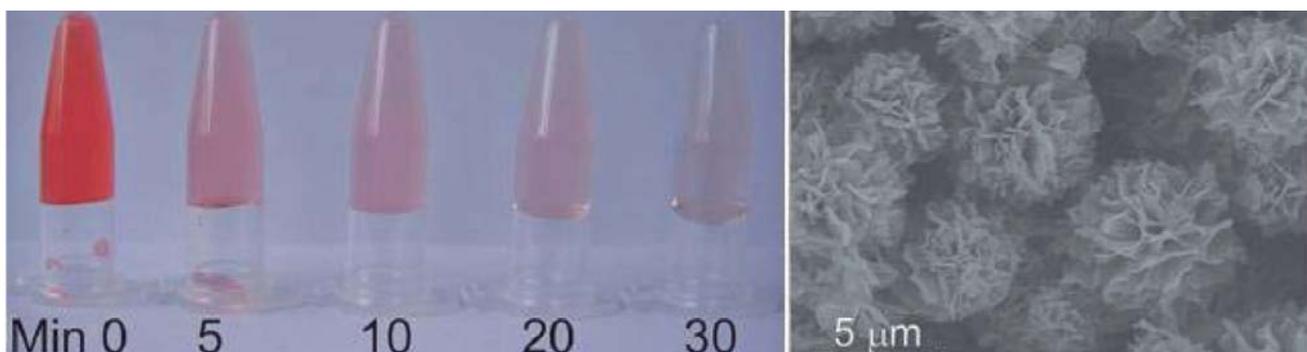


Figura 1. Los contaminantes (rojo) son absorbidos de la disolución por las microesferas de óxido de hierro.

mundo, fundamentalmente zonas protegidas, se han obtenido buenos resultados, a nivel global no se han encontrado indicios de una desaceleración del ritmo de desaparición de especies (*Science*, 328, 1644-1668, 2010).

### CO<sub>2</sub> ATMOSFÉRICO: PRINCIPAL “TERMOSTATO” QUE CONTROLA LA TEMPERATURA DE LA TIERRA

Según un estudio realizado por A. A. Lacis y otros colaboradores del NASA Goddard Institute for Space Studies, el dióxido de carbono es el gas de efecto invernadero que ejerce un mayor control sobre el clima. Los resultados de estas investigaciones confirman los datos obtenidos en modelos anteriores sobre el clima de la Tierra y contradicen algunos estudios que sugieren que las

emisiones de CO<sub>2</sub> antropogénicas derivadas de la quema de combustibles fósiles no son relevantes para el cambio climático. En un trabajo previo se considera que el vapor de agua (50%) y las nubes (25%) contribuyen más al efecto invernadero de la Tierra que el CO<sub>2</sub> (20%) (*J. Geophys. Res.*, 115, 1-6, 2010). Sin embargo, parece que desempeñan un papel diferente ya que el agua se condensa y vuelve en forma de precipitaciones desde la atmósfera a la superficie terrestre, mientras que el resto de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, ozono, metano, óxido nitroso y clorofluorocarbonos) no sufren estos procesos de condensación.

En los experimentos llevados a cabo por este grupo de investigadores se ha establecido la contribución de estos gases y aerosoles en la variación de la temperatura del aire. A partir de los resultados, concluyen que el

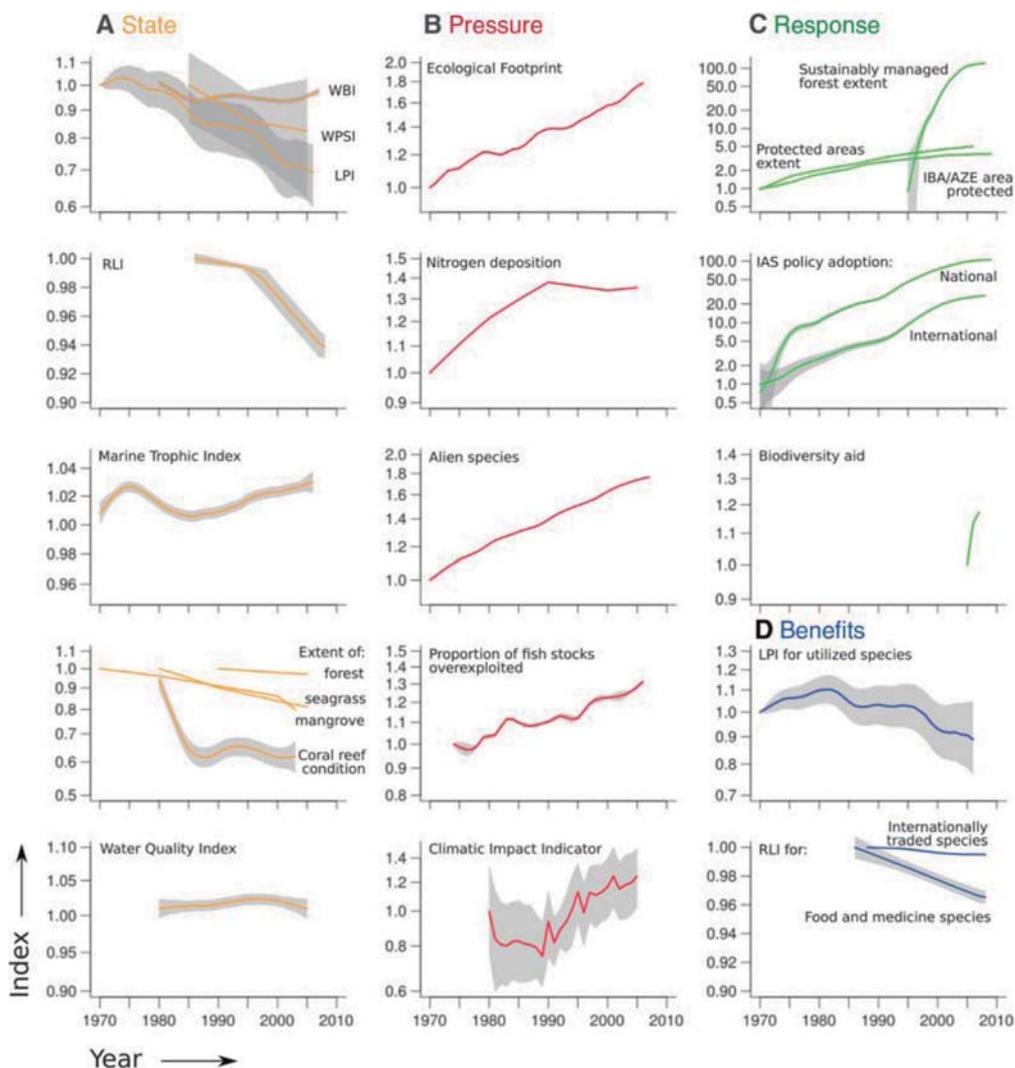


Figura 2. Indicadores de las tendencias: (A) estado de la biodiversidad. WBI, índice de aves silvestres, WSPI, índice del estado de la poblaciones de aves acuáticas, IPL, índice vivo del planeta, RLI, índice de la lista roja (B) presiones, (C) respuestas para hacer frente la pérdida, y (D) beneficios.

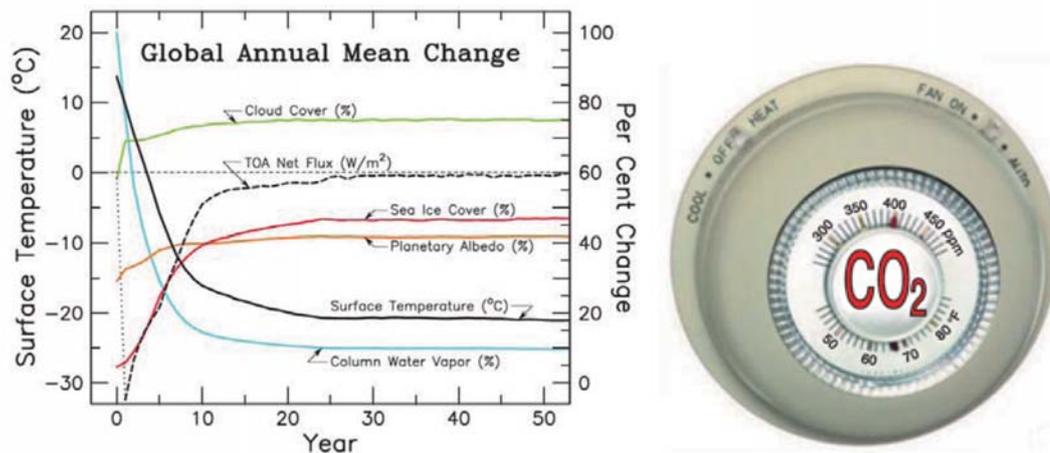


Figura 3. Evolución de la temperatura de la superficie después de la reducción a cero de los gases de efecto invernadero que no se condensan en la atmósfera.

efecto invernadero no se produciría sin el  $\text{CO}_2$  y el planeta se sumiría en un estado de congelación y, por otro lado, el aumento de los niveles de las concentraciones de  $\text{CO}_2$  podría elevar aún más las temperaturas. Ello implica que el  $\text{CO}_2$  actuaría como el principal “termostato” de la temperatura del planeta (Science, 330, 356-359, 2010).

### DESALINIZACIÓN DE AGUA Y OBTENCIÓN DE ENERGÍA (HIDRÓGENO) MEDIANTE BACTERIAS

El uso de procedimientos de desalinización para la producción de agua potable ha aumentado en todo el mundo y uno de los problemas pendiente de resolver es reducir las necesidades energéticas de este proceso. Entre las distintas tecnologías disponibles actualmente en el mercado, la ósmosis inversa (OI) es la que utiliza menor cantidad de energía, aunque se requieren aproximadamente  $3,7 \text{ kWh/m}^3$ . Su eficiencia se puede mejorar mediante el intercambio de iones en el agua de alimentación o reduciendo la concentración de sal del agua de alimentación.

En 2009, E. Logan *et al.* de la University Park de Pennsylvania, desarrollaron un nuevo sistema bioelectroquímico, denominado celda microbiana de desalinización (MDC), que se podría utilizar para desalinizar parcial o completamente agua, al mismo tiempo que se genera energía eléctrica. El sistema MDC está compuesto por tres compartimentos separados mediante dos membranas, donde el agua a desalar se introduce en la cámara central. Las bacterias oxidan la materia orgánica (combustible), liberándose electrones hacia el ánodo y protones a la disolución. En el compartimento del ánodo,

la carga se equilibra a través de la transferencia de carga negativa de los iones cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) procedentes del compartimento central. En el cátodo, los protones procedentes de la reducción del oxígeno son reemplazados por cationes ( $\text{Na}^+$ ). El proceso es similar a la electrodiálisis del agua, excepto que no se necesita ninguna fuente de energía externa. Sin embargo, esta tecnología tiene un inconveniente ya que el voltaje que se produce en la celda no se mantiene y decrece cuando la concentración de la salinidad del agua disminuye, lo que limitaba su eficiencia en el proceso de desalinización (Environ. Sci. Technol., 43, 7148-7152, 2009).

Por ello, este mismo grupo de investigación han realizado modificaciones para construir la denominada celda de electrodiálisis microbiana (MEDC), que permite la desalinización del agua mientras se produce hidrógeno, gas que puede ser utilizado como combustible. En estas celdas se aplica un pequeño voltaje (0,55 V) que permite la degradación completa de los compuestos orgánicos y la formación del hidrógeno (Environ. Sci. Technol., 44, 9578-9584, 2010).

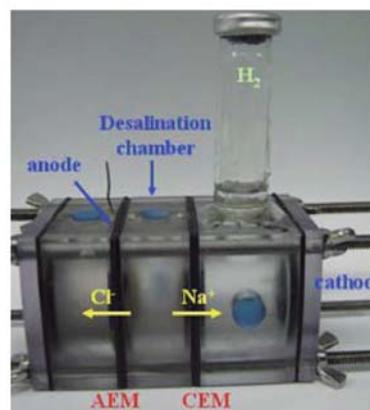


Figura 4. Celda de electrodiálisis microbiana (MEDC).

## SONDAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RADICALES HIDROXILO EN MEDIOS ACUÁTICOS

Los radicales hidroxilo ( $\text{HO}^\bullet$ ) son oxidantes de alta energía de gran importancia en procesos biológicos relacionados con el envejecimiento y en la química medioambiental. En los sistemas acuáticos naturales, estos radicales se producen mediante reacciones fotoquímicas a partir de nutrientes como los nitratos y contaminantes procedentes de la materia orgánica disuelta. Por tanto, las medidas precisas de las concentraciones de radicales hidroxilo podrían contribuir a comprender mejor las transformaciones de los contaminantes en las aguas. En la actualidad se utilizan sondas, como el ácido benzoico, que presenta algunos inconvenientes debido a su limitada sensibilidad, lo que provoca que se requieran largos tiempos de irradiación o altas concentraciones de la sonda, pudiendo afectar a la muestra.

K. McNeill del Institute (ETH) de Zurich junto con un grupo de investigadores de la University of Minnesota han descubierto que el tereftalato es una sonda más sensible para los radicales hidroxilo en medios acuáticos. Este compuesto ya se usaba como molécula sonda en biología y en investigaciones relacionadas con radiaciones, pero éste es el primer caso descrito en la química del agua. Cuando reacciona con los radicales hidroxilo se forma hidroxitereftalato, una molécula fluorescente que se detecta fácilmente. Con este sistema se pueden medir concentraciones 10 veces menores de  $\text{HO}^\bullet$  que con un método similar donde se utilice como sonda ácido benzoico. Esto es de gran importancia en medios marinos y en sistemas donde las concentraciones de estos radicales son muy bajas (*J. Environ. Monit.*, 12, 1658-1665, 2010).

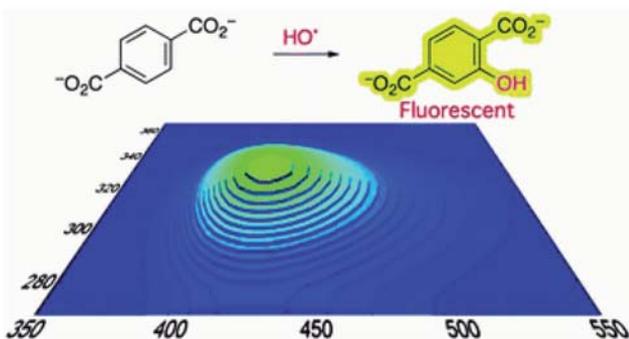


Figura 5. Sonda de tereftalato empleada para la detección de grupos hidroxilo en medios acuáticos.

## EL BROMURO DE METILO PODRÍA “DESTRUIRSE” CON NITRATOS

Desde el Protocolo de Montreal (1987), se impusieron en la década de los 90 restricciones sobre la utilización de determinados productos químicos, responsables de la destrucción de la capa de ozono, entre ellos plaguicidas como el bromuro de metilo ( $\text{BrCH}_3$ ). Como consecuencia, las emisiones de este compuesto en la fumigación de suelos se han reducido un 90% en todo el mundo. Sin embargo, desde los sectores agrícolas se pidió la concesión de exenciones especiales para poder usar bromuro de metilo en algunos cultivos, como el de la fresa. En este caso, los agricultores, antes de la siembra, suelen fumigar los campos mediante la inyección de este producto en el suelo recubriéndolo posteriormente con lonas de plástico.



Figura 6. Agricultores cubriendo con plásticos los cultivos de fresas para evitar que el plaguicida bromuro de metilo pase a la atmósfera.

En investigaciones previas se había observado que el bromuro de metilo se degrada rápidamente en condiciones alcalinas y, por otro lado, que es habitual que los agricultores lo utilicen junto con fertili-

zantes como los nitratos. Estas razones impulsaron a un grupo de investigadores dirigido por S. Yates, de la University of California, a realizar un estudio sobre la degradación del  $\text{BrCH}_3$  en diferentes condiciones. En los experimentos de laboratorio han medido su velocidad de degradación en disoluciones de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), hidróxido de calcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) y carbonato potásico ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ). Y han determinando que en la disolución de amoníaco se produce la ruptura del plaguicida aproximadamente 16 veces más rápido que en la de hidróxido de calcio. A continuación se han llevado a cabo experimentos en suelos simulando las condiciones de los cultivos. Para ello, han aplicado a las muestras las mismas concentraciones de  $\text{BrCH}_3$  que utilizan los agricultores y se han sellado con una película de plástico prácticamente impermeable. Después de 8 horas, el  $\text{NH}_3$  consigue degradar más del 99,5% del  $\text{BrCH}_3$ , lo que indica que es posible evitar las emisiones de este compuesto a la atmósfera. Sin embargo, su aplicación directa presentaría algunos inconvenientes ya que las lonas de plástico utilizadas en los cultivos del campo no son tan eficaces como las del laboratorio y además son fácilmente eliminadas por la acción del viento, animales, etc. (*Environ. Sci. Technol.*, **44**, 9080–9085, 2010).

## UNA MENOR BIODIVERSIDAD PROVOCA UN AUMENTO DE LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS

Desde los años cincuenta, la biodiversidad mundial ha disminuido a un ritmo sin precedentes, estimándose que los índices de extinción actuales son de cien a mil veces más elevados que en épocas anteriores y se prevé que aumentará de forma drástica en los próximos 50 años. Sin duda la pérdida de biodiversidad es, por tanto, uno de los mayores problemas ecológicos del momento y actualmente se relaciona incluso con efectos negativos sobre la salud, ya que puede provocar un aumento de patógenos causantes de enfermedades.

F. Keesin del Bard College of New York, una de las autoras del artículo, reconoce que existen ejemplos específicos como los del virus del Nilo occidental, infección transmitida por mosquitos, o el síndrome pulmonar de *Hantavirus* que se contagia de ratones a humanos, donde se relaciona la disminución de la

biodiversidad con un incremento en la frecuencia de la enfermedad. Pero este patrón podría ser mucho más general y aplicarse a distintos tipos de patógenos, como virus, bacterias y hongos y para diferentes hospedadores (humanos, animales o plantas). En estos casos, las especies que desaparecen más fácilmente son menos susceptibles de convertirse en reservorios de los agentes infecciosos. Por el contrario, las que sobreviven parecen ser más eficaces en el transporte y expansión de enfermedades. Como resultado se produce un aumento de la densidad de especies portadoras, incrementándose a su vez la posibilidad de contagios. En el caso de la enfermedad de Lyme, provocada por una bacteria (*Borrelia burgdorferi*) que transmiten las garrapatas (*Ixodes scapulari*), se ha observado que la fragmentación de los bosques, origina una disminución de especies como *Virginia opossum* que “neutralizan” esta enfermedad, en cambio prosperan los ratones de patas blancas. La diferencia es que las zarigüeyas son capaces de despulsarse y deshacerse de las garrapatas mientras que los ratones no. Esta especie portaría menos garrapatas y además tienen menos posibilidades de ser infectadas con la bacteria. Por el contrario, los ratones casi siempre terminan infectándose y favorecen la transmisión de las bacterias causantes de la enfermedad. En conclusión, tanto la predicción como el control de estas enfermedades requieren un mayor conocimiento del papel que juegan los cambios del medioambiente sobre la aparición y transmisión de las mismas (*Nature*, **468**, 647–652, 2010).

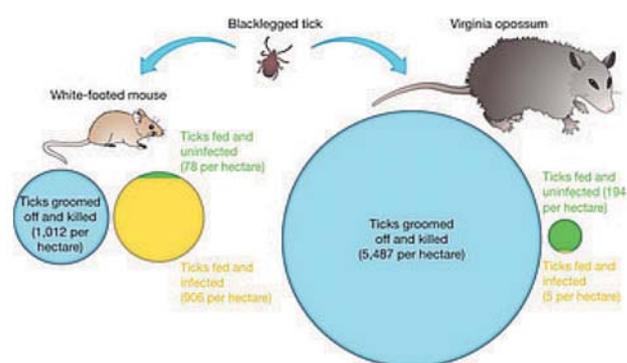


Figura 7. Esquema de la transmisión de la enfermedad de Lyme.

Consuelo Escolástico León  
Dpto. de Química Orgánica y Bio-Orgánica