

neso. Ello resulta en la rápida formación de nanominerales que absorben los metales pesados dispersos en aguas y suelos, lo que promueve el saneamiento espontáneo (atenuación natural). Asimismo, ciertas bacterias sintetizan NP de selenio, mediante las cuales eliminan del medio iones metálicos tóxicos.

Entender los riesgos para aprovechar los beneficios

No solo el tamaño, la forma y la composición de una nanopartícula determinan su toxicidad. También el medio en donde se encuentran y su estado químico (de agregación, oxidación, asociación o dilución) influyen fuertemente. La nanotoxicología es precisamente hoy un campo muy activo de investigación. No interesa solo a científicos, sino también a autoridades reguladoras, la industria y pequeñas empresas, asociaciones civiles y el público en general.

En nuestro grupo hemos llevado a cabo varios estudios sobre el impacto biológico de diferentes NP inorgánicas (oro, plata, óxido de cerio, óxido de titanio y óxido de hierro) en células procariotas y eucariotas. Los resultados se publicaron en 2011 en *Trends in Analytical Chemistry* y en 2011 en *Journal of Hazardous Materials*. Demuestran que, a dosis razonables (de síntesis y aplicación), estas NP no presentan toxicidad aguda, excepto en el caso de hallarse asociadas con otros componentes tóxicos (enganchados a su superficie), ser hidrofóbicas, o estar dotadas de carga eléctrica positiva (estas dos últimas características las hacen interactuar perjudicialmente con la membrana celular). Con todo, los efectos no dependen solo de las propiedades iniciales, sino también de su particular evolución fisicoquímica en el entorno. La estabilidad química (no-corrosión) en condiciones fisiológicas parece ser uno de

los requisitos para que las NP metálicas no resulten tóxicas.

En definitiva, los beneficios obtenidos del uso de las nanopartículas deben ser sopesados contra los riesgos potenciales de su introducción en el medio, cuestión que aún queda por esclarecer. Para ello es necesario un trabajo multidisciplinar que incluya nanotecnólogos así como toxicólogos, biólogos y ecólogos, y que tenga en cuenta las perspectivas industrial y reguladora. Más aún, los nanotecnólogos deben alcanzar asimismo un dominio pleno de la técnica que les permita diseñar nanoobjetos con un altísimo grado de control, para así responder a lo que serán las pautas de diseño e ingeniería de nanomateriales que surgirán desde la nanotoxicología.

—Cecilia López y Víctor Puentes
 Instituto Catalán de Nanotecnología
 —Antoni Sánchez
 Universidad Autónoma de Barcelona

ECOLOGÍA

Ecometabolómica

Una nueva herramienta para el estudio de los ecosistemas

El cambio global está alterando la composición de los suelos y las aguas. Conocer el impacto de estas perturbaciones en los ecosistemas constituye uno de los grandes desafíos actuales de la ecología. Un nuevo campo de investigación está aportando un nuevo enfoque sobre esta cuestión mediante la aplicación de la metabolómica a los estudios ecológicos. Nos referimos a la ecometabolómica.

La metabolómica corresponde a un conjunto de técnicas de análisis químico y estadístico que permiten conocer la actividad metabólica de una célula, tejido, órgano u organismo en un momento determinado. Se aplica al estudio de las alteraciones del funcionamiento interno de los organismos a lo largo del tiempo o en respuesta a variaciones ambientales. Por ejemplo, informa sobre el cambio metabólico que produce un medicamento en un paciente a distintos intervalos de tiempo desde su aplicación. La metabolómica ha sido ampliamente utilizada en biomedicina para desarrollar fármacos, realizar el seguimiento de órganos trasplantados, investigar el curso de enfermedades o mejorar la nutrición.

Fuera del ámbito médico, el uso de la metabolómica ha sido más limitado. Se

ha utilizado para investigar las respuestas de organismos a altas concentraciones de tóxicos como metales pesados o productos fitosanitarios, pero no al estudio de sistemas naturales más complejos como un bosque o un pastizal.

En los últimos lustros, numerosas investigaciones en el ámbito de la ecología han venido observando que las variaciones en la composición química elemental de los organismos y ecosistemas guardan relación con los cambios en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas en su conjunto. En los lagos, por ejemplo, los cambios en las proporciones de nitrógeno (N) y fósforo (P) del agua y los organismos planctónicos guardan relación con la composición de la comunidad planctónica, así como con el número de niveles tróficos y complejidad de la misma. En este caso, los mecanismos que subyacen bajo estas relaciones han podido estudiarse porque se trata de un ecosistema sencillo, donde los recursos como el N y el P se asignan sobre todo al crecimiento y la reproducción.

Pero en sistemas ecológicos más complejos, con organismos dominantes de vida más larga y de mayor tamaño que los planctónicos, el N, el P y otros

bioelementos como el potasio (K) pueden asignarse, además de al crecimiento y la reproducción, a otras funciones como la defensa, el almacenamiento de recursos y los mecanismos antiestrés. Ello dificulta el establecimiento de una relación entre la composición elemental y la estructura del ecosistema.

Metabolómica y ecología

La metabolómica se vislumbra como una herramienta de gran utilidad para conocer a qué funciones metabólicas se están asignando los diferentes elementos bajo una situación ambiental determinada, lo que ayudaría a entender cómo se alteran la composición de especies y la estructura de las comunidades al variar las ratios de los principales bioelementos.

Lo anterior constituye un desafío muy alentador, no solo porque permitiría ahondar en el funcionamiento de los ecosistemas, sino porque los cambios ambientales a escala global son cada vez más intensos, rápidos y amplios. A modo de ejemplos cabe citar la eutrofización de N de suelos y aguas, el incremento de CO₂ atmosférico y el propio cambio climático, fenómenos globales que amenazan con provocar desajustes notables en la ratio



Erica multiflora

N:P a escala planetaria o, por lo menos, en amplias regiones del planeta. Prever qué ecosistemas y especies pueden resultar más perjudicadas o beneficiadas por dichos cambios, así como desentrañar el mecanismo del proceso de cambio, constituiría una herramienta de gran utilidad en el marco de las políticas de protección del medio.

Resultados prometedores

Nuestro equipo ha llevado a cabo un trabajo pionero en este campo: hemos aplicado técnicas metabolómicas para intentar comprender los cambios metabólicos del brezo *Erica multiflora* ligados a las variaciones en las proporciones entre los bioelementos. Los resultados de la investigación se publicaron en marzo de 2012 en *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. Muestran que los cambios en la composición elemental en respuesta a los cambios ambientales van ligados a los diferentes usos metabólicos de los bioelementos para un funcionamiento óptimo de la planta según las necesidades

que dicte el ambiente. Se observó que un aumento de las concentraciones de N y P, pero con mayor proporción de P que de N (menor ratio N:P), se relaciona con una mayor activación del metabolismo primario, destinado al crecimiento y la producción de reservas energéticas en épocas favorables. Asimismo, en condiciones de sequía se detectó un aumento de metabolitos secundarios ricos en carbono, que, junto con las mayores concentraciones de potasio, aumentan la capacidad de retención de agua.

Ese estudio abre la puerta al uso de la metabolómica en ecología y destaca su gran potencial en el estudio de las cadenas tróficas, los ciclos de los bioelementos, la autoecología de las especies o las consecuencias del cambio global.

—Jordi Sardans, Albert Rivas Ubach
y Josep Peñuelas
Centro de Investigación Ecológica
y Aplicaciones Forestales (CREAF)
Unidad de Ecología Global
CREAF-UAB-CSIC

educación
ciencia filosofía
universidad opinión
comunicación historia
ética cuestionar conocimiento
observar
reflexión 2.0
experimento blog
investigación diálogo

SciLogs

Ciencia en primera persona



YVONNE BUCHHOLZ

Psicología y neurociencia al día



JORDI SOLÉ CASALS

Tecnología, ciencia y sociedad



CLAUDI MANS TEIXIDÓ

Ciencia de la vida cotidiana



ÁNGEL GARCIMARTÍN MONTERO

Física y sociedad



CARMEN AGUSTÍN PAVÓN

Neurobiología



JUAN GARCÍA-BELLIDO CAPDEVILA

Cosmología de precisión



LUIS CARDONA PASCUAL

Ciencia marina



PABLO GONZÁLEZ CÁMARA
Y FERNANDO MARCHESANO

Física de altas energías

Y MÁS...

www.investigacionyciencia.es/blogs