

Opinión

Garbisu, C., Amézaga, I. y Alkorta, I. 2002. Biorremediación y Ecología. Ecosistemas 2002/3 (URL: <http://www.aet.org/ecosistemas/023/opinion1.htm>)

Biorremediación y Ecología

Carlos Garbisu¹, Ibone Amézaga² e Itziar Alkorta³

^{1, 2} Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario/Nekazal Ikerketa eta Garapenerako Euskal Erakundea (NEIKER), C/ Berreaga 1, 48016 Derio, Bizkaia, España

³ Unidad de Biofísica (Centro Mixto CSIC-UPV/EHU). Apdo. 644, 48080 Bilbao, Bizkaia, España

En las últimas décadas, la liberación de contaminantes al ambiente, producida principalmente como consecuencia del desarrollo industrial, ha superado con creces los mecanismos naturales de reciclaje y autodepuración de los ecosistemas receptores. Este hecho ha conducido a una evidente acumulación de contaminantes en los distintos ecosistemas hasta niveles preocupantes. Por ello, amén de reducir en todo lo posible la liberación de contaminantes, hoy en día existe la necesidad de indagar en la búsqueda de procesos que aceleren la degradación de los contaminantes presentes en el ambiente. Así, se reducirían de forma progresiva los efectos perniciosos que producen sobre los ecosistemas y la salud humana.

En este contexto, la **biorremediación** , proceso que utiliza las habilidades catalíticas de los organismos vivos para degradar y transformar contaminantes tanto en ecosistemas terrestres como acuáticos, presenta un enorme potencial en la mitigación de la contaminación ambiental. La biorremediación se ha centrado en la explotación de la diversidad genética y versatilidad metabólica que caracteriza a las bacterias para transformar contaminantes en productos inocuos o, en su defecto, menos tóxicos, que pueden entonces integrarse en los ciclos biogeoquímicos naturales. No obstante, existen casos aislados de utilización de otros tipos de organismos como, por ejemplo, los hongos y, más recientemente, las plantas (la llamada "fitorremediación" es un campo altamente prometedor).

Tradicionalmente, el campo de la biorremediación ha estado dominado por un enfoque característico de trabajos de ingeniería. En este enfoque subyace una filosofía más preocupada por cuestiones tales como el estudio de equilibrios de masa y ecuaciones aplicadas al funcionamiento de reactores de tanque agitado, entre otros, que por los principios ecológicos que gobiernan los procesos naturales de selección natural, idoneidad y adaptación a los nichos ecológicos, especificidad, y diversidad biológica, entre otros. Estos procesos, en último término, son los responsables de que una bacteria degrade un contaminante, ya sea para utilizarlo como sustrato de crecimiento (con el consiguiente beneficio energético que ello conlleva para el microorganismo) o, simplemente, para transformarlo en una sustancia inocua o menos tóxica mediante un mecanismo de destoxicación.

Por suerte o por desgracia, la naturaleza no es un reactor de tanque agitado y olvidar este hecho ha llevado a desafortunados fracasos al intentar aplicar modelos predictivos elaborados para dichos

reactores a procesos de biorremediación *in situ* de aguas y suelos contaminados. Por ejemplo, uno de los tratamientos más habituales que se realizan cuando se aborda la biorremediación de una zona contaminada es la introducción de una cepa o población microbiana que posea las rutas degradativas necesarias para metabolizar el contaminante a eliminar. El éxito de estas inoculaciones depende no sólo de factores abióticos como el pH, temperatura, potencial de reducción y la disponibilidad de agua y nutrientes, sino también de factores bióticos tales como la competencia microbiana, amensalismo, parasitismo y depredación que pueden limitar el crecimiento y desarrollo de las poblaciones inoculadas.

Debemos combinar el enfoque tradicional proveniente del campo de la ingeniería con un planteamiento más ecológico, que reconozca desde el comienzo que la naturaleza es heterogénea y que se apoye en los principios que rigen el comportamiento de poblaciones bacterianas naturales (la ecología microbiana ha experimentado avances espectaculares en los últimos años). De esta manera, el campo de la biorremediación sufriría un cambio drástico pero, a su vez, muy beneficioso, pues supondría un avance de gran magnitud en el conocimiento de los procesos microbianos de degradación de contaminantes y su aplicación con fines ambientales.

Si en una zona contaminada determinada, existen las condiciones necesarias para que pueda darse el proceso de selección natural, podemos esperar resultados muy positivos, en relación a la desaparición de contaminantes como consecuencia de la actividad descomponedora de las poblaciones microbianas. Es más, si existen las condiciones ambientales requeridas y las rutas metabólicas necesarias, no hay forma de detener la completa degradación de los contaminantes.

Los principios ecológicos sugieren que deberíamos olvidarnos un poco de ecuaciones de equilibrios de masa y de si las concentraciones locales de ciertos contaminantes superan o no los límites legales, y concentrarnos en asegurar que las condiciones ambientales imperantes favorecen el proceso de selección natural, dejando una vez más que la naturaleza repare los daños causados por la especie humana.