

Introducción.

La biotecnología aplicada al medio ambiente

José J. Pueyo

La Federación Europea de Biotecnología define biotecnología como "el uso integrado de la bioquímica, la microbiología, y la ingeniería para la consecución de aplicaciones de las capacidades de microorganismos, células cultivadas animales o vegetales, o partes de los mismos en la industria, la agricultura, la salud y los procesos medioambientales" (Federación Europea de Biotecnología, 1988). De una forma más sencilla podría definirse simplemente como "el uso controlado de información biológica" (Houwink, 1989), aunque ciertamente la biotecnología es un concepto amplio que combina una serie de especialidades, diferentes pero interrelacionadas, aplicadas conjuntamente para solucionar un problema.

La biotecnología medioambiental sería la aplicación de los componentes de la biotecnología a los problemas medioambientales. Es un campo que ha evolucionado notablemente en los últimos años. La concienciación pública de los asuntos medioambientales se ha incrementado por los problemas de contaminación ocasionados por los vertidos marinos de petroleros y por una serie de desastrosos accidentes como el nuclear de Chernobil, la explosión de Seveso en Italia con liberación de una nube tóxica de dioxina, la liberación de metilisocianato en el accidente de Bhopal en la India, o el vertido tóxico de Aznalcollar en nuestro país. Por ello uno de los campos en que la biotecnología ha hallado un mayor desarrollo y aplicación en el medioambiente es la eliminación de la contaminación en aguas y suelos.

De hecho, una de las primeras biotecnologías aplicadas al medioambiente fue el uso de microorganismos en el tratamiento de aguas residuales a principios del siglo XX, que se ha desarrollado notablemente e incluye desde el uso de lagunas o estanques aeróbicos o anaeróbicos hasta sistemas complejos que constan de filtros con biofilms, biorreactores de tipos diversos con lodos activados e inmovilización de microorganismos en diferentes soportes, incluyendo plásticos.

La eliminación biológica de los contaminantes de zonas contaminadas se conoce como biorremediación, que puede definirse como la degradación biológica dirigida de la contaminación medioambiental. Se pueden hallar microorganismos en todo tipo de ambientes, incluyendo aquellos con altos niveles de contaminación. Estos microorganismos pueden ser capaces de degradar los compuestos tóxicos de los lugares que habitan y así se han encontrado microorganismos capaces de

eliminar o transformar contaminantes inorgánicos, como metales, residuos derivados del petróleo o compuestos orgánicos sintéticos. El estudio de las rutas de degradación permite el desarrollo de microorganismos modificados genéticamente que sobreexpresan las enzimas implicadas en los procesos de degradación, y que son por tanto más efectivos en el tratamiento de la contaminación. Las plantas pueden también utilizarse para la eliminación de contaminantes y metales del suelo en lo que se conoce como fitorremediación, que incluye procesos como la fitoextracción, la fitovolatilización, la rizofiltración o la fitoestabilización. Se pueden obtener también plantas transgénicas con mayor eficiencia en estos procesos.

La identificación y seguimiento de contaminantes y sustancias tóxicas en el medioambiente se conoce como monitorización medioambiental. Para ello pueden utilizarse biomarcadores, que permiten determinar cambios tras la exposición a la contaminación, como son cambios en la densidad de población y biodiversidad o cambios de comportamiento como la movilidad o actividad bacteriana detectable por indicadores fisiológicos y bioquímicos. Existen tests de toxicidad basados en características como la movilidad de la pulga de agua y métodos de evaluación del potencial mutagénico de sustancias por su capacidad de revertir una determinada mutación en una bacteria.

Las técnicas de DNA recombinante, especialmente la reacción en cadena de la polimerasa o PCR, permiten monitorizar poblaciones microbianas en ambientes extremos como manantiales termales, lo que no es posible por técnicas de cultivo tradicionales y evaluar la biodiversidad o la presencia de microorganismos tóxicos en un hábitat determinado.

La biotecnología también puede aplicarse a la eliminación o reducción de la contaminación en su origen. La minimización de los residuos y la prevención de la contaminación evitan o disminuyen el problema de su eliminación. Para ello se están desarrollando las denominadas tecnologías limpias, que pueden implicar la sustitución de métodos químicos por microorganismos o enzimas, incluyendo organismos modificados genéticamente, y que son de aplicación en diversas áreas como la producción plástico biodegradable por microorganismos, la desulfuración biológica del carbón y el petróleo, el uso de combustibles biológicos, el control integrado de plagas que reducen el uso de insecticidas y

herbicidas o el control biológico, o uso de materiales biológicos para el control de plagas y enfermedades, que reduce el uso de productos agroquímicos contaminantes. Dentro de este último campo se está evolucionando en la bioprospección o identificación de compuestos naturales con actividad contra patógenos de las plantas, con frecuencia en especies tropicales o endémicas.

Agricultura y medioambiente están íntimamente relacionados y la agricultura está sufriendo una revolución a consecuencia de los avances en la biotecnología, avances que a su vez pueden afectar al medioambiente. La ingeniería genética puede producir plantas transgénicas que tienen propiedades que no serían posibles utilizando la genética tradicional. Las plantas transgénicas se pueden definir como "plantas con combinaciones de genes únicas que no se presentan de forma natural y son producidas utilizando tecnología de DNA recombinante o de fusión de protoplastos" (Ratledge, 1993). Existe una preocupación pública sobre la liberación de plantas transgénicas y la liberación de organismos modificados genéticamente no debería hacerse sin considerar los posibles impactos medioambientales, como pueden ser un incremento excesivo de la población, la ventaja competitiva del organismo modificado genéticamente sobre el organismo no modificado, los efectos conocidos o predichos sobre otros organismos, impacto sobre los niveles de la población de competidores, hospedadores, simbioses, predadores, parásitos y patógenos, o la probabilidad de cambios en las interacciones biológicas después de la liberación.

Por otra parte, deben evaluarse otros riesgos como la posible transferencia de los genes introducidos en el organismo genéticamente

modificado a otros organismos, por lo cual es desaconsejable el uso de antibióticos como marcadores de selección, para lo cual ya existen alternativas, como la resistencia a determinados herbicidas. Para evitar la transferencia por polinización cruzada también existen estrategias, como la introducción de esterilidad masculina, de modo que la planta transgénica no produce polen, la liberación del gen con otro gen que es letal en el polen, la eliminación de flores de las plantas transgénicas, la eliminación de especies compatibles y la plantación de plantas de separación.

Una vez considerados todos los riesgos, es innegable que, además de otras ventajas obtenidas en estas plantas, como mejoras en las características agronómicas, como el contenido en aceites o la calidad de la fruta, o la producción de compuestos de interés, las plantas transgénicas pueden tener ventajas muy significativas para el medioambiente pues se han obtenido plantas transgénicas con tolerancia a pesticidas y herbicidas, a plagas y patógenos, que permiten reducir el uso de agroquímicos contaminantes y por otra parte ya existen plantas transgénicas con tolerancia a estreses ejercidos por el propio ambiente, como las altas o las bajas temperaturas, la congelación, la sequía o la salinidad.

Referencias:

- European Federation of Biotechnology. 1988. Definition of biotechnology. EFB Newsletter, September, nº 5, p. 2.
- Houwink, E.H. 1989. Biotechnology: Controlled Use of Biological Information. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Ratledge, C. 1993. Containing genetically modified organisms. *Biologist* 40: 79-89.