BOLETÍN 996

LOS MICROORGANISMOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE AMENAZAN LA SALUD HUMANA Y DEL SUELO; NO SE HA REGULADO EL ALCANCE TOTAL DE LOS RIESGOS

La ingeniería genética amenaza el equilibrio de los microbiomas saludables. Los microorganismos modificados genéticamente, en particular, ponen en peligro esta estabilidad.

https://beyondpesticides.org/dailynewsblog/2026/03/genetically-modified-microorganisms-threaten-human-and-soil-health-full-extent-of-hazards-not-regulated/

(Beyond Pesticides, 17 de marzo de 2026)

Traducción RALLT

Un artículo publicado en Microorganisms analiza los efectos adversos para la salud y el medio ambiente de la ingeniería genética y los organismos modificados genéticamente (OGM), específicamente los microorganismos modificados genéticamente (MMG). Como afirman los autores, la prevalencia de la ingeniería genética ha acelerado la creación y la liberación ambiental a gran escala de MMG, los cuales presentan riesgos únicos a largo plazo para la salud humana y ambiental. Uno de los autores, André Leu, doctor en ciencias, participó en la primera sesión del Foro Nacional de Beyond Pesticides: «Forjando un futuro con la naturaleza» en 2023.

Esta revisión presenta escenarios de riesgo de los MMG, mostrando la amenaza que representan para los sistemas ecológicos, en particular para el suelo, y para la salud humana. Dado que los microorganismos genéticamente modificados (MGM) son entidades biológicamente activas, autorreplicantes, capaces de mutar rápidamente y dispersarse globalmente, presentan mayores riesgos, y los marcos regulatorios actuales no evalúan adecuadamente su daño potencial. La alteración genética de microorganismos, los sistemas más complejos y diversos de la biología, y la creación de nuevas combinaciones genéticas con implicaciones desconocidas, "tiene el potencial de perturbar las funciones, la diversidad, las interacciones y los impactos de los microbios y los microbiomas", señalan los investigadores. Y añaden: "Esto pone en riesgo

la salud humana y ambiental. En los peores escenarios, se incluyen la promoción de enfermedades, riesgos para la supervivencia de las especies y ecosistemas dañados o colapsados".

Este no es un problema teórico. Como señalan los autores, actualmente existen dos empresas importantes que han anunciado públicamente el uso de MGM en grandes extensiones de tierras agrícolas. Pivot Bio ha utilizado su producto, Proven®, y ha liberado bacterias transgénicas en casi 5 millones de acres, con hasta 5 billones de microbios por acre, para fijar nitrógeno de forma continua. Por su parte, Bayer ha lanzado un tratamiento de semillas llamado Poncho®VOTiVO® 2.0 (ahora comercializado por BASF) que contiene Bacillus thuringiensis transgénico.

IMPORTANCIA Y ANTECEDENTES

Actualmente, la regulación de los OGM y los MGM es deficiente, y los procesos regulatorios para evaluar los organismos cuyo material genético (ADN) ha sido modificado intencionalmente varían en todo el mundo. «Faltan pruebas de seguridad previas a su liberación, evaluaciones del impacto en la salud humana y el medio ambiente, y marcos de monitoreo», afirman los autores. Y añaden: «En Estados Unidos, los MGM para uso comercial están regulados principalmente por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) como sustancias tóxicas, lo cual resulta inadecuado para organismos biológicos. Además, la mayoría de los demás MGM (no para uso comercial) no están regulados ni se les realiza seguimiento». (Véase más abajo sobre las deficiencias regulatorias).

Los microorganismos desempeñan un papel importante en los ecosistemas. Entre los tipos de microorganismos se incluyen bacterias, arqueas, hongos, virus, bacteriófagos y protistas, que pueden vivir en conjunto en un microbioma. Estos sistemas requieren equilibrio para promover adecuadamente funciones vitales cruciales, ya sean los microbiomas del suelo que sustentan plantas y cultivos saludables o el microbioma intestinal humano que sustenta la inmunidad, el metabolismo, la desintoxicación y la resistencia a las infecciones.

“[L]os microbiomas naturales han demostrado ser fundamentales para la salud humana y ambiental, y los microorganismos genéticamente modificados (MGM) presentan un alto grado de imprevisibilidad con el potencial de

generar amenazas ecológicas significativas a largo plazo", afirman los investigadores.

Continúan: "El uso de MGM en la agricultura, incluidos los agentes de control biológico para enfermedades de las plantas y la biorremediación del suelo, se está expandiendo rápidamente. El valor del mercado global en 2021 fue de 10.250 millones de dólares; se preveía que casi se triplicaría hasta alcanzar los 29.310 millones de dólares en 2029. Si bien la mayoría de las aplicaciones utilizan microbios presentes de forma natural, se espera que el uso de MGM en la agricultura aumente drásticamente". Dadas las dudas sobre un marco regulatorio adecuado, esta expansión agrava la amenaza potencial para la salud humana y del suelo, así como para toda la fauna silvestre.

IMPLICACIONES PARA LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE

La imprevisibilidad de la ingeniería genética presenta riesgos que no se abordan adecuadamente antes de la liberación de organismos genéticamente modificados (OGM). En consecuencia, las repercusiones de permitir que estos organismos ingresen al medio ambiente podrían ser generalizadas, a largo plazo y difíciles o imposibles de remediar. Los impactos podrían abarcar desde la resistencia a los antibióticos, el cáncer y los retrasos en el desarrollo hasta la alteración total de los ecosistemas.

Como indica la revisión, existen al menos cinco características únicas de los microbios que dificultan la regulación de los OGM —y potencialmente la hacen más impactante— que la de las plantas y los animales genéticamente modificados. Esto incluye:

"Replicación rápida. A diferencia de las plantas y los animales, que pueden requerir temporadas de crecimiento y periodos de gestación para transmitir características a su descendencia, los microbios, en condiciones ideales, pueden duplicar su número en tan solo 20 minutos.

Dificultades de contención. Los microbios no se contienen fácilmente. Pueden desplazarse a ecosistemas y huéspedes distantes e inesperados e interactuar con una amplia gama de otros microbios y organismos.

Transferencia genética. Los microbios pueden transferir fácilmente sus genes a otros microbios (lo que se conoce como transferencia genética horizontal) o recibir genes transferidos de microbios transgénicos o no transgénicos. Si

confieren ventajas, los genes transferidos pueden seguir transmitiéndose de células madre a células hijas, aumentando exponencialmente su número.

Los microbiomas son esenciales para la vida. Las comunidades microbianas son fundamentales para la salud y el funcionamiento de los seres humanos, los animales, las plantas y los ecosistemas de todo el planeta.

Complejidades desconocidas. La ciencia solo ha identificado quizás el uno por ciento del billón de microbios estimados en el planeta. Además, apenas hemos comenzado a comprender las complejas relaciones dentro y entre los microbiomas, los huéspedes y los ecosistemas."

MICROBIOMA INTESTINAL

El microbioma intestinal es fundamental para la salud, ya que permite la resiliencia y la supervivencia de los mamíferos a lo largo de la historia evolutiva mediante su papel en la absorción de nutrientes, la función inmunitaria, la inflamación transitoria y crónica, la integridad de la barrera intestinal, el metabolismo, la salud mental y otros procesos. Los microbiomas transgénicos pueden causar desequilibrios en el microbioma intestinal, favoreciendo enfermedades del sistema gastrointestinal.

SALUD INFANTIL

Como se indica en la página de recursos de Beyond Pesticides sobre salud infantil, la primera infancia es un periodo crítico en el que se producen "ventanas de vulnerabilidad", con implicaciones cruciales para la salud a largo plazo, incluso antes de la concepción. El microbioma de un niño comienza con la madre, ya que la información microbiana se transmite de generación en generación. "Los primeros tres años de vida son clave para el desarrollo de las interacciones huésped-microbio, que impactan directamente en el desarrollo del sistema inmunitario, la salud intestinal y el desarrollo neurológico del bebé", afirman los autores de esta revisión.

El microbioma intestinal en los bebés es aún más crucial, ya que protege contra infecciones patógenas, promueve el desarrollo gastrointestinal y se relaciona con un desarrollo neurológico saludable. El microbioma infantil ayuda a construir un sistema inmunitario informado y preciso, que combate las infecciones, pero no ataca sustancias inocuas, como en el caso de las alergias alimentarias, ni los propios tejidos, como en el caso de las enfermedades

autoinmunes. Sin embargo, los microbiomas intestinales pueden alterar estos sistemas y tener consecuencias para la salud a largo plazo.

SALUD BUCAL

Dentro del cuerpo humano, el microbioma oral es la segunda población microbiana con mayor biodiversidad, albergando al menos 770 especies. La revisión afirma: “Cuando está equilibrado, el microbioma oral previene enfermedades, resiste infecciones patógenas, proporciona defensas inmunitarias multicapa y reduce la inflamación. Las bacterias orales beneficiosas contribuyen hasta con el 25 % de las necesidades diarias totales de óxido nítrico, un compuesto químico esencial para reducir la presión arterial. Por otro lado, un microbioma oral desequilibrado aumenta el riesgo de infarto en casi un 50 %. No solo favorece la aparición de caries, enfermedades periodontales y cardiopatías, sino que también se ha relacionado con la inflamación cerebral, infecciones pulmonares, diabetes, cáncer de cabeza y cuello, parto prematuro y enfermedades articulares inflamatorias”.

SALUD DEL SUELO

Los microbios del suelo son importantes para su formación, ya que realizan procesos cruciales: descomponen la materia orgánica, meteorizan los minerales, fijan el nitrógeno y contribuyen a su estructura. “Sin embargo, introducir el elemento impredecible de microbios genéticamente modificados para potenciar ciertas capacidades, como la fijación de nitrógeno, en ecosistemas que ya se encuentran bajo un estrés considerable, conlleva riesgos excepcionalmente altos”, señalan los investigadores. Sin embargo, los microorganismos transgénicos se han liberado y se siguen liberando a gran escala (en millones de hectáreas) en muchas partes del mundo sin evaluaciones de riesgo rigurosas sobre cómo podrían afectar a todos los procesos mencionados, tanto a corto como a largo plazo. Entre los riesgos se incluyen una mayor patogenicidad (que provoca enfermedades), la aparición de plagas o malezas adicionales y la resistencia.

Los autores señalan que existe un riesgo aún mayor al liberar microorganismos genéticamente modificados en los ecosistemas del suelo, ya que estos pueden adaptarse y evolucionar continuamente mediante procesos como la transferencia horizontal de genes. Mediante este mecanismo, un gen microbiano modificado de un microorganismo transgénico podría transferirse

a un microorganismo nativo del suelo, alterando su genoma y su nicho ecológico.

MONETIZACIÓN Y MICROORGANISMOS TRANSGÉNICOS EN LA AGRICULTURA

Una de las mayores preocupaciones relacionadas con la ingeniería genética es la resistencia, que no es una mera amenaza hipotética. Los cultivos genéticamente modificados con resistencia a herbicidas han dado lugar al desarrollo natural de "supermalezas" resistentes a estos herbicidas como respuesta. Al intentar crear cultivos que pudieran rociarse con altas concentraciones de herbicidas como el glifosato, también surgieron "supermalezas" con esta resistencia. Esto se debe al proceso natural de selección genética, un proceso evolutivo en el que ciertos rasgos resultan ventajosos y se vuelven más comunes que otros.

“Dependiendo del tipo de microbios transgénicos y de la presión selectiva ejercida sobre el sistema para su selección, es probable que la selección de supermicrobios se produzca a un ritmo mucho más rápido que el observado en las supermalezas, lo que podría dar lugar a supermicrobios del suelo”, afirman los investigadores. Y añaden: “Además, los microbios transgénicos que perjudican la biodiversidad del suelo (al eliminar microbios beneficiosos) supondrían una amenaza significativa, ya que harían que el microbioma del suelo fuera susceptible a la invasión y la alteración. La pregunta que, como sociedad, deberíamos plantearnos es cómo podemos apoyar y estimular la increíble diversidad natural de microbios beneficiosos del suelo, en lugar de modificarlos o erradicarlos”.

REGULACIONES INSUFICIENTES

La ingeniería genética, como la tecnología CRISPR-Cas9, ha permitido la eliminación, adición o alteración de secuencias de ADN que pueden activar o desactivar genes en los organismos. La revisión destaca: “Numerosos artículos científicos y de divulgación vislumbran el papel revolucionario de CRISPR en la solución de una larga lista de problemas humanos y sociales. Sin embargo, cada vez hay más evidencia que demuestra que el proceso causa cambios significativos e impredecibles en el genoma, incluyendo adiciones, deleciones, fragmentación cromosómica y mutaciones generalizadas que no ocurren de forma natural”.

A medida que esta tecnología avanza, las evaluaciones regulatorias no lo hacen. “En lugar de aumentar los requisitos regulatorios, numerosos países, incluidos Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Japón, Australia, India y otros, han desregulado las plantas, los animales y/o los microorganismos modificados mediante la tecnología de edición genética”, escriben los autores.

Actualmente, en Estados Unidos no existe legislación federal que reconozca los organismos genéticamente modificados (OGM) como una categoría, ni tampoco existen requisitos para que los OGM se sometan a evaluaciones separadas de sus posibles impactos ambientales. La responsabilidad de la regulación de los OMG se divide entre la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y la Agencia de Protección Ambiental (EPA), con políticas creadas antes del desarrollo de la ingeniería genética que se consideran insuficientes.

Como señalan los investigadores, la mayoría de los OMG de uso comercial están bajo la jurisdicción de la EPA, que los regula indebidamente como sustancias tóxicas controladas (productos químicos industriales). Según la Ley de Control de Sustancias Tóxicas (TSCA), la EPA solo exige un aviso de 90 días a los fabricantes que utilizan OMG. «Regular los OMG con métodos diseñados para productos químicos tóxicos es inapropiado e ignora el hecho de que se trata de organismos biológicamente activos, esenciales para la salud y el medio ambiente», afirman los autores. Además, dado que la EPA solo regula los OMG creados para uso comercial, la mayoría de los demás OMG, incluidos los producidos por investigadores formales e informales, estudiantes y aficionados, no están regulados ni controlados.

Para obtener más información de Beyond Pesticides sobre el papel de la ingeniería genética (IG) en la agricultura, consulte «La elección del consumidor y la propagación de alimentos genéticamente modificados», «Un tribunal rechaza el escaneo de información obligatoria en las etiquetas de los alimentos y permite que los ingredientes genéticamente modificados se denominen “bioingenierizados”» y «Un informe gubernamental impulsa los cultivos genéticamente modificados, a pesar de sus fracasos y la existencia de alternativas eficaces».

Fuente:

Lerner, A. et al. (2026) Genetically Modified Microorganisms: Risks and Regulatory Considerations for Human and Environmental Health, Microorganisms. Available at: https://www.mdpi.com/2076-2607/14/2/467