



The Science Source for Food,
Agricultural, and Environmental Issues

The Council for Agricultural Science and Technology (CAST)

4420 West Lincoln Way
Ames, IA 50014-3447, USA
(515) 292-2125, fax: (515) 292-4512
e-mail: cast@cast-science.org
World Wide Web: www.cast-science.org

CAST assembles, interprets, and communicates science-based information regionally, nationally, and internationally on food, fiber, agricultural, natural resource, and related societal and environmental issues to our stakeholders—legislators, regulators, policy makers, the media, the private sector, and the public.

CAST is a nonprofit organization composed of scientific societies and many individual, student, company, nonprofit, and associate society members. CAST's Board of Directors is composed of representatives of the scientific societies and individual members, and an Executive Committee.

Citation:

Carpenter, J., A. Felsot, T. Goode, M. Hammig, D. Onstad, and S. Sankula. 2002. *Comparative Environmental Impacts of Biotechnology-derived and Traditional Soybean, Corn, and Cotton Crops*. Council for Agricultural Science and Technology, Ames, Iowa. www.cast-science.org. Sponsored by the United Soybean Board. www.unitedsoybean.org



The United Soybean Board

16640 Chesterfield Grove Road, Suite 130,
Chesterfield, MO 63005
(800) 989-USB1 (8721)
World Wide Web: www.unitedsoybean.org

The United Soybean Board (USB) is a farmer-led organization comprising 61 farmer-directors; it oversees the investments of the soybean checkoff on behalf of all U.S. soybean farmers.

Copies of *Comparative Environmental Impacts of Biotechnology-derived and Traditional Soybean, Corn, and Cotton Crops* are available on the web at www.cast-science.org and www.talksoy.com and from the United Soybean Board, 16640 Chesterfield Grove Road, Suite 130, Chesterfield, MO 63005
Phone: (800) 989-USB1 (8721).



**Resumen ejecutivo
junio de 2002**

**Efectos ambientales comparativos de las
cosechas de soya, de maíz y de algodón
derivadas de la biotecnología y de métodos
tradicionales**

Los autores: Janet Carpenter, Allan Felsot, Timothy Goode, Michael Hammig, David Onstad, Sujatha Sankula.

Resumen ejecutivo

Un repaso exhaustivo de la literatura científica respalda la conclusión de que, en general, las cosechas de soya, maíz y algodón derivadas de la biotecnología¹ comercializada actualmente rinden beneficios ambientales. Además, un análisis crítico de la literatura respalda la idea de que la soya, el maíz y el algodón derivados de la biotecnología no presentan ninguna inquietud ambiental característica o diferente de aquéllas que se asocian históricamente con variedades de cosechas desarrolladas convencionalmente.

Los agricultores de la soya, el maíz y el algodón en los países desarrollados y en vías de desarrollo han adoptado rápidamente cosechas comerciales derivadas de la biotecnología durante los seis años de su disponibilidad comercial. En 2001, los agricultores plantaron semillas derivadas de la biotecnología en el 46% de los campos de cultivo de soya del mundo, el 7% de los de maíz y el 20% de los de algodón. Hasta la fecha, casi todas las cosechas plantadas derivadas de la biotecnología han introducido resistencia a ciertos herbicidas que se usan para el control de la maleza o han introducido protección contra las plagas de insectos. De los 129.9 millones de acres (52.6 millones de hectáreas) de cosechas derivadas de la biotecnología que se plantaron en 2001, el setenta y siete por ciento fue resistente a herbicidas específicos, quince por ciento fue resistente al daño provocado por los insectos y ocho por ciento fue resistente tanto a los herbicidas como a los insectos.

La literatura revisada por colegas, las evaluaciones reguladoras, las organizaciones no gubernamentales y los medios de comunicación populares han formulado

repetidas veces preguntas acerca de la seguridad ambiental de las cosechas derivadas de la biotecnología. Para contestar estas preguntas con relación a la soya, el maíz y el algodón, se revisó y se analizó la literatura científica para evaluar los efectos ambientales de las cosechas derivadas de la biotecnología disponibles comercialmente en relación a las prácticas agrícolas actuales de administración de cosechas y de plagas en las cosechas cultivadas convencionalmente. Se identificaron nueve efectos ambientales potenciales según se describe a continuación:

- 1. Cambios en los patrones de uso de pesticidas** - ¿Afecta la adopción de la soya, el maíz y el algodón derivado de la biotecnología el uso de pesticidas y, si es así, alteran estos cambios las prácticas de los agricultores de manera que afecten la calidad del agua o la salud del suelo?
- 2. Administración de suelos y labranza para la conservación** - ¿Conduce la adopción de la soya, el maíz y el algodón derivados de la biotecnología a cambios en la adopción de la abstención de labranza y otras prácticas de labranza para la conservación o afecta esta adopción de otro modo la erosión del suelo, la retención de humedad, el contenido de nutrientes del suelo, la calidad del agua, el uso de combustibles fósiles y los gases invernaderos?

¹ Derivadas de la biotecnología se refiere a emplear las tecnologías de biología molecular y/o de ADN recombinante, o la transferencia genética in vitro, para desarrollar productos o impartir facultades específicas a las plantas o a otros organismos vivientes.

3. **Rasgos de calidad herbosa de la cosecha** - ¿Han adquirido la soya, el maíz y el algodón derivados de la biotecnología rasgos de herbosidad?
4. **Flujo y cruzamiento de genes** - ¿Se hacen híbridos la soya, el maíz y el algodón derivados de la biotecnología con las plantas o las cosechas locales y afectan la diversidad genética en las zonas donde se plantan estas cosechas?
5. **Resistencia a las plagas** - ¿Presentan la soya, el maíz y el algodón derivados de la biotecnología rasgos protectores de plantas a los cuales las plagas se puedan hacer resistentes, y si es así, es el desarrollo de la resistencia a estos rasgos diferente al desarrollo de la resistencia a los pesticidas químicos y microbiológicos convencionales? ¿Cómo se está administrando el desarrollo de resistencias?
6. **Cambios en las poblaciones de las plagas** - ¿Causan la soya, el maíz y el algodón derivados de la biotecnología cambios en las poblaciones de maleza o de plagas secundarias de insectos que afectan el sistema agrícola o la ecología del ambiente circundante?
7. **Organismos que no se busca afectar y organismos benéficos** - ¿Tienen la soya, el maíz y el algodón con características de protección de plagas un efecto en los enemigos naturales de las plagas (es decir, los depredadores y los parasitoides) o en otros organismos en el suelo y el follaje de la cosecha?
8. **Productividad y eficiencia del uso de la tierra** - ¿Afecta la adopción de la soya, el maíz y el algodón derivado de la biotecnología el rendimiento de las

cosechas o la necesidad de cultivar las tierras forestales o marginales?

9. **Exposición humana** - ¿Presentan los rasgos de tolerancia a los herbicidas y de resistencia a las plagas en la soya, el maíz o el algodón alguna inquietud de seguridad nueva o diferente en comparación con las cosechas cultivadas convencionalmente con rasgos similares?

Las cosechas derivadas de la biotecnología proporcionan opciones y soluciones potenciales para un número de retos en la agricultura moderna, pero el grado al cual pueden ser factibles o la opción preferida depende de muchos factores económicos, sociales y regionales. Sin embargo, la literatura respalda varias conclusiones generales acerca de la soya, el maíz y el algodón derivados de la biotecnología.

- La soya, el maíz y el algodón derivados de la biotecnología proporcionan opciones de administración de insectos, maleza y enfermedades que son congruentes con la gestión ambiental mejorada en las naciones desarrolladas y en vías de desarrollo.
- Las cosechas derivadas de la biotecnología pueden proporcionar soluciones a los problemas ambientales y económicos asociados con las cosechas convencionales, incluso la seguridad de la producción (rendimientos uniformes), la seguridad (de los trabajadores, del público y de la vida silvestre), y los beneficios ambientales (suelo, agua y sistemas ecológicos).
- Aunque no es la única solución para todas las situaciones agrícolas, las primeras cosechas derivadas de la biotecnología comercialmente disponibles, sembradas en más de 100 millones de acres (40.5 millones

de hectáreas) en todo el mundo, proporcionan beneficios mediante la conservación mejorada de suelo y agua y las poblaciones de insectos benéficos y mediante la calidad mejorada del agua y el aire.

- Las altas tasas de adopción de las cosechas derivadas de la biotecnología disponibles comercialmente pueden atribuirse a los beneficios económicos para los agricultores.
- Cuando las cosechas derivadas de la biotecnología están disponibles para los pequeños agricultores de las naciones en vías de desarrollo, los agricultores pueden lograr beneficios ambientales y reducir la exposición de los trabajadores a los pesticidas.

SOYA DERIVADA DE LA BIOTECNOLOGÍA

- La soya resistente a los herbicidas es la cosecha derivada de la biotecnología más ampliamente adoptada, sembrada en el 68% de los campos de soya en Estados Unidos y en más del 98% de los de Argentina en 2001. Los Estados Unidos y Argentina representan el 99% de la producción total de soya resistente a los herbicidas en el mundo, lo cual representa el 46% del total de los campos sembrados con soya. Se proyecta que los agricultores de Estados Unidos sembrarán el 74% de los campos de soya con soya resistente a los herbicidas en 2002.
- Las razones principales por las que los agricultores han adoptado la soya resistente a los herbicidas tan ampliamente son los reducidos costos de producción, la menor cantidad de lesiones a las cosechas, y la simplicidad y flexibilidad en la administración de la maleza.

- La soya derivada de la biotecnología resistente a los herbicidas ha facilitado la adopción de la labranza para la conservación. La extensión de los campos de soya sin labranza en Estados Unidos se ha incrementado en un 35% desde la introducción de la soya tolerante a los herbicidas. Se han observado aumentos similares en Argentina, los cuales pueden atribuirse en parte al control eficaz y confiable de la maleza que proporciona la soya resistente a los herbicidas. El empleo de la agricultura sin labranza en la producción de soya produce como resultado menor erosión del suelo, polvo y escurrimiento de pesticidas y mayor retención de humedad del suelo así como mejor calidad del aire y del agua.
- La soya derivada de la biotecnología puede conducir a un mayor rendimiento, mediante un mejor control de la maleza o la facultad de adoptar un espaciamiento angosto de filas, dando por resultado un uso de la tierra más eficaz.
- Los ahorros en los costos de los programas de soya derivada de la biotecnología resistente a los herbicidas han permitido a quienes los adoptan disminuir los costos de control de maleza, lo cual conduce a reducciones en los precios de los programas de herbicidas convencionales. El resultado ha sido ahorros en los costos de control de maleza tanto para quienes los adoptan como para quienes no los adoptan.
- Los agricultores que usan soya resistente a los herbicidas derivada de la biotecnología pueden usar un herbicida que se disipa rápidamente en cantidades inactivas en el suelo, tiene un bajo potencial de contaminación del agua como sustituto de los herbicidas que se usan con las variedades convencionales de soya, y permite una

mayor flexibilidad en la sincronización de la aplicación.

- Se mantiene la biodiversidad en los campos de soya resistente a los herbicidas derivada de la biotecnología. Los microbios del suelo, los insectos benéficos y la poblaciones de aves en los campos de soya resistente a los herbicidas derivada de la biotecnología donde se usa labranza para la conservación y en los campos de soya convencional fueron similares en número y en variedad.
- Los sistemas de producción de soya tanto convencional como derivada de la biotecnología requieren de estrategias eficaces de administración para los cambios en la población de maleza y para evitar el desarrollo de la resistencia de la maleza a los herbicidas. Los informes emergentes sobre la maleza resistente a los glifosatos pueden ser motivo de preocupación en el uso de la soya resistente a los herbicidas; sin embargo, la resistencia a los herbicidas en la maleza no es exclusiva de las cosechas derivadas de la biotecnología.
- Las conclusiones con respecto a las disminuciones en rendimiento atribuidas al rasgo de la resistencia a los herbicidas derivada de la biotecnología pueden ser inexactas porque el diseño del estudio incluyó comparaciones inapropiadas entre las variedades derivadas de la biotecnología y las variedades convencionales.
- La soya con propiedades de protección contra los insectos también está en desarrollo y será útil en las regiones climáticas donde las presiones creadas por los insectos justifican la aplicación de insecticidas.

MAÍZ DERIVADO DE LA BIOTECNOLOGÍA

- El maíz *Bt* puede realzar la biodiversidad de los campos de maíz porque los insectos benéficos corren con mejor suerte que cuando los campos de maíz convencional se rocían con insecticidas. Además, los estudios de campo sobre el maíz derivado de la biotecnología muestran que las poblaciones de insectos benéficos no se ven adversamente afectados.
- El uso del maíz *Bt* puede disminuir la exposición de los trabajadores agrícolas a los rocíos orgánicos *Bt* certificados y a los insecticidas químicos.
- La disminución de las toxinas de moho que ocurren naturalmente y que resultan del uso del maíz *Bt* puede proporcionar beneficios directos a las personas y al ganado alimentado con maíz. El maíz protegido contra insectos es menos vulnerable a las infestaciones de moho.
- Los rendimientos desde la introducción del maíz protegido contra insectos y resistente a los herbicidas han seguido estando en niveles históricamente altos. Cuando la presión provocada por el gusano barrenador europeo es elevada, los agricultores obtienen beneficios económicos significativos con el uso del maíz protegido contra los insectos.
- Las variedades de maíz resistentes a los herbicidas permiten el uso de herbicidas que son menos persistentes en el ambiente y reducen los riesgos del escurrimiento de herbicidas en el agua superficial. Estas variedades de maíz resistente a los herbicidas permiten una mayor flexibilidad en la elección del tiempo oportuno para la aplicación y fomentan la aplicación de suelos sin labranza y de labranza reducida

así como las prácticas de administración de humedad del suelo.

- Se han necesitado, desarrollado e implantado planes de administración de resistencia de los insectos (IRM, por sus siglas en inglés) para evitar o demorar el desarrollo de la resistencia de los insectos a la *Bt*.

ALGODÓN DERIVADO DE LA BIOTECNOLOGÍA

- El algodón resistente a los herbicidas aumenta el uso de herbicidas menos persistentes en el medio ambiente.
- El algodón resistente a los herbicidas es el factor principal en la promoción de prácticas agrícolas de reducción o eliminación de la labranza, las cuales dan por resultado una mejor administración de los suelos y la humedad de los suelos y un reducido uso de energía.
- El algodón resistente a los herbicidas proporciona una mayor flexibilidad en la elección del tiempo oportuno para la aplicación de herbicidas de modo de lograr un control eficaz de la maleza y menos daño a las plantas de algodón.
- El uso del algodón derivado de la biotecnología en las naciones en vías de desarrollo no requiere de una inversión significativa de capital, de cambios en las prácticas culturales ni de una capacitación significativa para su adopción.
- La rápida adopción del algodón *Bt* en China sirve como ejemplo de cómo, en las naciones en vías de desarrollo, los protectores incorporados en las plantas disminuyen enormemente el volumen de pesticidas que se aplican y los riesgos del

escurrimiento de pesticidas al mismo tiempo que aumentan la seguridad y la salud de los trabajadores agrícolas.

- Se ha documentado que el algodón *Bt* tiene un efecto positivo en el número y la diversidad de insectos benéficos en los campos de algodón de Estados Unidos y Australia.
- La introducción de algodón *Bt* en Australia, India y Estados Unidos demuestra la facultad de estas variedades de aliviar los problemas con la resistencia de los insectos a los pesticidas químicos. La producción futura de algodón en estas regiones estaba en peligro antes de la introducción de algodón *Bt*.
- La facultad de añadir varios genes diferentes para controlar la misma plaga debe demorar el tiempo que tarda desarrollar resistencia a los pesticidas.
- El algodón *Bt* resistente a los herbicidas reduce los costos de producción de los agricultores y aumenta la gama de opciones disponibles para los sistemas de administración agrícola integral.

RECOMENDACIONES DE LOS AUTORES

1. Dado que las cosechas derivadas de la biotecnología pueden proporcionar beneficios ambientales netos positivos, recomendamos el desarrollo continuo de la biotecnología agrícola para incrementar la gestoría ambiental.
2. La biotecnología proporciona una herramienta para la administración del riesgo de producción en la agricultura. Recomendamos evaluar el papel de las cosechas derivadas de la biotecnología

- en el contexto de la administración agrícola integral.
3. Cuando se formulen conclusiones con respecto a los efectos de las cosechas derivadas de la biotecnología en la productividad, recomendamos que las conclusiones se basen en comparaciones que involucren sistemas agrícolas integrales.
 4. Cuando se comparen las consecuencias de un rasgo específico, recomendamos que las siguientes características se mantengan constantes: que las variedades sean genéticamente idénticas en todos los aspectos excepto el rasgo o los rasgos que se estén evaluando; que las cosechas se cultiven durante el mismo tiempo en la misma ubicación geográfica; y que se usen prácticas idénticas de administración de suelo y de cosechas. Por ejemplo, habiendo observado datos contradictorios e incongruentes con respecto a los rendimientos de algunas cosechas, recomendamos una mejor medición de los efectos de rendimiento.
 5. Recomendamos evaluar los efectos ambientales de las cosechas derivadas de la biotecnología en las regiones agrícolas donde las cosechas pueden adoptarse y en el contexto de las alternativas y prácticas agrícolas factibles y actualmente disponibles.
 6. Recomendamos estudios de campo a gran escala y a nivel de granja para proporcionar información complementaria que documente los beneficios ambientales a largo plazo y los efectos de adoptar cosechas derivadas de la biotecnología con relación a la seguridad.
 7. Recomendamos el desarrollo continuo de políticas para la implantación de estrategias de administración eficaces para la resistencia a los insectos y a la maleza tanto en cosechas convencionales como en aquéllas derivadas de la biotecnología. También, recomendamos una investigación continua sobre estrategias de administración para abatir o frenar el desarrollo de la resistencia a herramientas de control de plagas nuevas y existentes.
 8. Al reconocer que el flujo de genes es un proceso natural que puede incrementar la biodiversidad, recomendamos que la investigación acerca del flujo de genes entre las cosechas derivadas de la biotecnología y otras cosechas o plantas locales se concentre en los efectos y consecuencias ambientales y sociales del movimiento de genes en cuestión.
 9. Al reconocer el potencial que tienen las variedades de maíz derivadas de la biotecnología para ayudar a resolver los problemas actuales de control del gusano de las raíces del maíz causados por el desarrollo de la resistencia del insecto tanto a los insecticidas químicos como a la rotación de cultivos, recomendamos que la investigación incluya la consideración de estrategias para la administración de resistencias así como los efectos en el suelo y en otros organismos que no se busca afectar.
 10. Al reconocer que la mayor eficiencia en el uso de la tierra es un beneficio ambiental importante, recomendamos el desarrollo continuo de híbridos derivados de la biotecnología que mejoren el rendimiento de las cosechas.

Se pueden encontrar copias de *Comparative Environmental Impacts of Biotechnology-derived and Traditional Soybean, Corn, and Cotton Crops (Efectos ambientales comparativos de las cosechas de soya, de maíz y de algodón derivadas de la biotecnología y de métodos tradicionales)* disponibles en la web en www.cast-science.org y www.talksoy.com y en la comisión United Soybean Board, 16640 Chesterfield Grove Road, Suite 130, Chesterfield, MO 63005. Teléfono (800) 989-USB1 (8721).

Cita:
Carpenter, J., A. Felsot, T. Goode, M. Hammig, D. Onstad, y S. Sankula. 2002. *Comparative Environmental Impacts of Biotechnology-derived and Traditional Soybean, Corn, and Cotton*

Crops (Efectos ambientales comparativos de las cosechas de soya, de maíz y de algodón derivadas de la biotecnología y de métodos tradicionales). Council for Agricultural Science and Technology, Ames, Iowa. www.cast-science.org

Publicado por The Council for Agricultural Science and Technology (CAST), 4420 West Lincoln Way, Ames, IA 50014-3447, USA (515) 292-2125, fax: (515) 292-4512
correo electrónico: cast@cast-science.org

Auspiciado por la comisión United Soybean Board.
www.talksoy.com