



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).



Sumário Executivo
Junho de 2002

**Impactos ambientais comparativos entre
as lavouras tradicionais e transgênicas de
soja, milho e algodão**

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

Sumário Executivo

Uma análise abrangente da literatura científica apóia a conclusão que, em geral, as lavouras atualmente comercializadas de soja, milho e algodão transgênicos¹ produzem benefícios ambientais. Além disso, a análise crítica da literatura apóia a idéia de que tais lavouras não apresentam nenhuma preocupação peculiar ou distinta daquelas associadas com as variedades desenvolvidas convencionalmente.

Os fazendeiros de soja, milho e algodão nos países desenvolvidos e em desenvolvimento adotaram rapidamente as colheitas transgênicas primárias durante os seis anos de sua disponibilidade comercial. Em 2001, os fazendeiros plantaram sementes transgênicas em 46% da área do plantio total de soja, 7% da área total de milho e em 20% da área total de algodão. Até a presente data, quase todas as colheitas transgênicas plantadas apresentaram tolerância a herbicidas selecionados para o controle de ervas daninhas ou contra insetos responsáveis por pestes. Dentre os 129,9 milhões de acres (52,6 milhões de hectares) das colheitas transgênicas plantadas em 2001, 77% apresentaram tolerância a herbicidas específicos, 15% resistiram a danos causados por insetos selecionados e 8% resistiram a ambos.

A literatura revisada por pares, as avaliações regulamentares, organizações não governamentais e a mídia vêm repetidamente questionando a segurança ambiental das colheitas transgênicas. Para responder essas questões no que tange a soja, o milho e o algodão, a literatura científica foi examinada e analisada para avaliar os impactos ambientais das colheitas transgênicas comercialmente disponíveis em relação às práticas agrícolas correntes para o gerenciamento de lavouras e pestes em

colheitas produzidas convencionalmente. Nove impactos ambientais em potencial foram identificados, conforme descritos a seguir:

- 1. Mudanças nos padrões de utilização de pesticidas** – A adoção de soja, milho e algodão transgênicos impacta a utilização de pesticidas? Caso positivo, essas mudanças alteram as práticas agrícolas de maneira a afetar a qualidade da água ou saúde do solo?
- 2. Lavoura de conservação e gerenciamento do solo** – A adoção do cultivo de soja, milho e algodão transgênicos levou a mudanças na adoção da não aração ou outras práticas de plantio direto ou de alguma outra forma teve impacto sobre a erosão, retenção de umidade, teor de nutriente dos solos, qualidade da água, utilização de combustível fóssil e gases de efeito estufa?
- 3. Presença de ervas daninhas** – A soja, milho e algodão transgênicos adquiriram traços específicos relativos à presença de ervas daninhas?
- 4. Fluxo de genes e cruzamento entre espécies diferentes** - A soja, milho e algodão transgênicos fazem a hibridização com plantas ou lavouras locais e têm um impacto sobre a diversidade genética nas áreas onde são plantados?

¹ Transgênico refere-se à utilização da biologia molecular ou tecnologia de DNA recombinante ou transferência genética in vitro, para desenvolver produtos ou conferir capacidades específicas às plantas ou outros organismos vivos.

5. **Resistência a pestes** - A soja, milho e algodão transgênicos possuem características de proteção das plantas às quais as pestes se tornarão resistentes e, neste caso, o desenvolvimento da resistência a essas características difere da resistência aos pesticidas químicos e microbianos convencionais? Como está sendo gerenciado o desenvolvimento da resistência?
6. **Mudanças populacionais de pestes** - A soja, milho e algodão transgênicos causam impactos sobre ervas daninhas ou sobre as populações de pestes de insetos secundárias que impactam o sistema agrícola ou a ecologia do ambiente nas proximidades?
7. **Organismos benéficos e não-alvo** - A soja, milho e algodão transgênicos com características de proteção contra pestes têm um impacto sobre os inimigos naturais das pestes (por exemplo predadores e parasitóides) ou sobre outros organismos no solo e dossel da lavoura?
8. **Eficiência/produktividade do uso da terra** – A adoção da lavoura de soja, milho e algodão transgênicos impacta o rendimento das lavouras ou a necessidade de cultivar áreas florestais ou marginais?
9. **Exposição humana** – Os traços de tolerância a herbicidas e resistências a pragas na soja, milho ou algodão transgênico acarretam novas ou diferentes considerações quando comparadas às lavouras convencionais com características similares?

As lavouras transgênicas proporcionam opções e soluções potenciais para um grande número de desafios na agricultura moderna,

mas a extensão na qual possam ser viáveis ou se tornarem a opção preferida depende de diversos fatores econômicos, sociais e regionais. Ainda assim, uma série de conclusões gerais sobre a lavoura de soja, algodão e milho transgênicos é suportada pela literatura.

- A soja, milho e algodão transgênicos oferecem opções de gerenciamento de combate a insetos, ervas daninhas e doenças que são coerentes com as diretrizes ambientais aprimoradas dos países desenvolvidos e em desenvolvimento.
- As lavouras transgênicas podem oferecer soluções para problemas ambientais e econômicos associados às lavouras convencionais, incluindo a segurança de produção (produções uniformes), segurança (do trabalhador, pública e vida selvagem) e benefícios para o meio-ambiente (solo, água e ecossistemas).
- Apesar de não serem a única solução para todas as situações de lavouras, as primeiras lavouras transgênicas comercialmente disponíveis, plantadas em uma área superior a 100 milhões de acres (40,5 milhões de hectares) no mundo todo, proporcionam benefícios através de conservação aperfeiçoada de solo e água, populações benéficas de insetos, e água e ar de qualidade superior.
- As taxas elevadas da adoção de lavouras transgênicas disponíveis comercialmente podem ser atribuídas aos benefícios econômicos que estas proporcionam aos fazendeiros.
- Quando disponíveis para os pequenos fazendeiros dos países em desenvolvimento, as lavouras transgênicas podem lhes oferecer benefícios ambientais e reduzir a exposição dos trabalhadores a pesticidas.

SOJA TRANSGÊNICA

- A soja tolerante a herbicidas é a lavoura transgênica mais amplamente adotada. Em 2001, ela foi plantada em 68% da extensão do plantio de soja nos Estados Unidos e em mais de 98% na Argentina. Juntos, os Estados Unidos e Argentina perfazem 99% da produção mundial de soja tolerante a herbicidas, representando 46% da área total de soja plantada. Em 2002, estima-se que os fazendeiros dos Estados Unidos plantarão 74% da área destinada a soja com soja tolerante a herbicidas.
- Os principais motivos da ampla adoção da soja tolerante a herbicidas por parte dos fazendeiros nos Estados Unidos são os menores custos de produção, redução de danos na lavoura, e a simplicidade e flexibilidade no gerenciamento de ervas daninhas.
- A soja transgênica tolerante a herbicidas facilitou a adoção do plantio direto (*conservation tillage*). A extensão do plantio de soja sem aração nos Estados Unidos aumentou aproximadamente 35% desde a introdução da soja tolerante a herbicidas. Aumentos similares são observados na Argentina, o que em parte pode ser atribuído ao controle confiável e eficiente de ervas daninhas proporcionado por esta soja. A utilização de lavouras sem aração na produção de soja resulta na redução da erosão, poeira e escoamento de pesticidas, maior retenção da umidade do solo e melhor qualidade do ar e da água.
- A soja transgênica pode acarretar uma maior produção, através de um melhor controle das ervas daninhas ou a capacidade de adoção de espaçamentos menores entre as fileiras de plantios, resultando em um aproveitamento mais eficiente do uso da terra.
- Economias nos programas de soja transgênica permitiram que as pessoas que adotaram esta soja reduzissem os custos de controle de ervas daninhas, resultando em menores custos dos programas de herbicidas convencionais. Como consequência, vêm observando-se economias no controle de ervas daninhas para todos.
- Os fazendeiros que utilizam a soja transgênica tolerante a herbicidas podem usar um herbicida que se dissipa rapidamente para quantidades inativas no solo, possui baixo potencial de contaminação da água como um substituto para aqueles utilizados com variedades convencionais de soja, e permite uma maior flexibilidade do momento da aplicação.
- Mantém-se a biodiversidade nos campos de soja transgênica tolerante a herbicidas. Os micróbios encontrados no solo, insetos benéficos e populações de pássaros foram similares em número e variedade nos campos de soja convencional e transgênica tolerante a herbicidas com plantio direto.
- Ambos os sistemas de produção (convencional e transgênico) requerem estratégias eficientes de gerenciamento para alterar as populações de ervas daninhas e evitar o desenvolvimento de resistências destas aos herbicidas. Relatórios emergentes sobre as ervas daninhas que resistem ao herbicida *glyphosate* podem ser um motivo de alerta para a soja tolerante ao herbicida, embora a resistência a herbicidas nas ervas daninhas não seja exclusiva das lavouras transgênicas.
- Conclusões relativas a diminuições da produção atribuíveis à característica de transgênicos tolerantes a herbicidas talvez sejam imprecisas, uma vez que projeto de

estudo incluiu comparações impróprias entre as variedades transgênicas e tradicionais.

- A soja com propriedades de proteção contra insetos também está sendo desenvolvida e será útil em regiões climáticas onde as pressões de insetos justificam o emprego de inseticidas.

MILHO TRANSGÊNICO

- O milho *Bt* pode melhorar a biodiversidade dos campos de milho já que os insetos benéficos se alimentam melhor do que quando são borrifados com inseticidas. Além disso, estudos de campo do milho transgênico indicam que as populações de insetos benéficos não são afetadas de maneira adversa.
- A utilização do milho *Bt* pode diminuir a exposição do trabalhador rural a inseticidas químicos e borrifos orgânicos de *Bt*.
- O decréscimo da ocorrência natural de toxinas de fungo resultantes da utilização do milho *Bt* pode proporcionar benefícios diretos às pessoas e ao gado alimentado com o milho. O milho protegido contra insetos é menos vulnerável à infestação de fungos.
- Desde a introdução do milho com proteção contra insetos e tolerante ao herbicida, as produções têm-se mantido em níveis historicamente elevados. Quando a pressão da broca de milho europeia (European corn borer) se encontra elevada, os fazendeiros obtêm grandes benefícios econômicos com a utilização desse milho protegido contra insetos.
- As variedades de milho tolerantes a herbicidas permitem o emprego de herbicidas que não persistem tanto tempo no meio ambiente e reduzem o risco do

escoamento destes para as águas superficiais. Essas variedades oferecem maior flexibilidade quanto ao momento da aplicação e estimulam a utilização de solo com aração reduzida e sem aração e práticas de gerenciamento da umidade do solo.

- Planos de gerenciamento da resistência aos insetos (Insect Resistance Management - IRM) foram requeridos, desenvolvidos e implementados para evitar ou retardar o desenvolvimento da resistência dos insetos ao *Bt*.

ALGODÃO TRANSGÊNICO

- O algodão tolerante a herbicidas aprimora a utilização de herbicidas menos persistentes no meio ambiente.
- O algodão tolerante a herbicidas é um fator de grande importância na promoção das práticas de lavouras sem aração, resultando na melhoria do solo e no gerenciamento de sua umidade, e na menor utilização de energia.
- O algodão tolerante a herbicidas oferece maior flexibilidade quanto ao momento da aplicação de herbicidas, para um controle eficiente de ervas daninhas e menor dano às plantas de algodão.
- A utilização do algodão transgênico nos países em desenvolvimento não requer um capital de investimento elevado, mudanças nas práticas culturais nem treinamento substancial para sua adoção.
- A rápida adoção do algodão *Bt* na China é um exemplo de como, nos países em desenvolvimento, os protetores incorporados nas plantas reduzem imensamente o volume de pesticidas empregado e seus riscos do escoamento e, concomitantemente,

umentam a segurança e saúde dos trabalhadores agrícolas.

- Foi registrado um efeito positivo do algodão *Bt* sobre o número e diversidade de insetos benéficos nos campos de algodão dos Estados Unidos e da Austrália.
- A introdução do algodão *Bt* na Austrália, Índia e Estados Unidos demonstra a capacidade que essas variedades possuem para aliviar os problemas da resistência de insetos aos pesticidas químicos. Antes disso, a produção futura de algodão nessas regiões se encontrava ameaçada.
- A capacidade de adicionar diversos genes diferentes para controlar a mesma praga deve retardar o tempo necessário para desenvolver resistência ao pesticida.
- O algodão *Bt* e tolerante a herbicidas reduz os custos de produção para os fazendeiros e amplia a faixa de opções disponíveis para os sistemas de gerenciamento total de fazendas.

RECOMENDAÇÕES DOS AUTORES

1. Uma vez que as lavouras transgênicas podem proporcionar benefícios ambientais positivos, recomendamos o desenvolvimento contínuo da biotecnologia agrícola para aprimorar a orientação ambiental.
2. A biotecnologia proporciona uma ferramenta para o gerenciamento de risco da produção na agricultura. Recomendamos avaliar o papel das lavouras transgênicas no contexto do gerenciamento total de fazendas.
3. Antes de tirar conclusões relativas ao impacto das lavouras transgênicas sobre a produtividade, recomendamos que elas sejam baseadas em comparações envolvendo sistemas totais de fazenda.
4. Ao comparar-se as conseqüências de um traço específico, recomendamos manter constantes as características seguintes: as variedades que são geneticamente idênticas em todos os aspectos além do(s) traço(s) que está(ão) sendo avaliado(s); as lavouras devem ser desenvolvidas ao mesmo tempo, na mesma localização geográfica; uso de solo e prática de gerenciamento de lavoura idênticos. Por exemplo, após termos observado dados contraditórios e incoerentes de produção em algumas lavouras, recomendamos uma melhor avaliação dos impactos de produção.
5. Recomendamos avaliar os impactos ambientais das lavouras transgênicas em regiões agrícolas onde as lavouras possam ser adotadas e no contexto de alternativas e práticas agrícolas viáveis e atualmente disponíveis.
6. Recomendamos estudos de campo em grande escala e limitados a fazendas, para oferecer informações suplementares para documentar os impactos ambientais a longo prazo e de segurança da adoção de lavouras transgênicas.
7. Recomendamos o desenvolvimento contínuo de políticas para a implementação de estratégias de gerenciamento eficazes para a resistência contra insetos e ervas daninhas, tanto nas lavouras convencionais como nas transgênicas. Além disso, recomendamos pesquisas contínuas das estratégias de gerenciamento para abrandar ou frear o desenvolvimento da resistência a ferramentas de controle de pragas novas e existentes.
8. Reconhecendo que o fluxo de genes é um processo natural que pode ampliar a biodiversidade, recomendamos que a pesquisa desse assunto entre as lavouras transgênicas e outras lavouras ou plantas

nativas se concentre nos impactos/conseqüências ambientais e sociais de tal movimento de genes.

9. Reconhecendo o potencial das variedades de milho transgênico para resolver os problemas atuais de controle da broca da raiz decorrentes do desenvolvimento da resistência dos insetos tanto a inseticidas químicos como à rotação de lavouras, recomendamos que a pesquisa inclua a consideração de estratégias de gerenciamento de resistência, assim como os impactos sobre o solo e outros organismos não-alvo.
10. Reconhecendo que o aperfeiçoamento da eficiência da utilização da terra é um benefício ambiental de grande importância, recomendamos o desenvolvimento contínuo de transgênicos híbridos que aumentem a produção das lavouras.

Cópias de *Comparative Environmental Impacts of Biotechnology-derived and Traditional Soybean, Corn, and Cotton Crops* (Impactos ambientais comparativos entre as lavouras transgênicas e tradicionais de soja, milho e algodão) se encontram disponíveis na web, no endereço www.cast-science.org e www.talksoy.com, e através do United Soybean Board, 16640 Chesterfield Grove Road, Suite 130, Chesterfield, MO 63005. Fone (800) 989-USB1 (8721).

Citação:

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* (Impactos ambientais comparativos entre as lavouras transgênicas e tradicionais de soja, milho e algodão). Council for Agricultural Science and Technology, Ames, Iowa. www.cast-science.org

Publicado pelo 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

Patrocinado pelo United Soybean Board. www.talksoy.com