

IMPACTO ECOLÓGICO DE PLANTAS GENETICAMENTE MODIFICADAS

O ALGODÃO RESISTENTE A INSETOS COMO ESTUDO DE CASO

Editores:

Carmen S. S. Pires, Eliana M. G. Fontes e Edison R. Sujii

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa - Recursos Genéticos e Biotecnologia

Serviço de Atendimento ao Cidadão

Parque Estação Biológica, Av. W5 Norte (Final) - Brasília, DF

CEP 70770-900 - Caixa Postal 02372

PABX: (61) 448-4600 - Fax: (61) 340-3624

<http://www.cenargen.embrapa.br>

e.mail: sac@cenargen.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: José Manuel Cabral de Sousa Dias

Secretária-Executiva: Maria José de Oliveira Duarte

Membros: Luciano Lourenço Nass

Maurício Machaim Franco

Regina Maria Dechechi G. Carneiro

Sueli Correa Marques de Mello

Vera Tavares Campos Carneiro

Suplentes: Maria Alice Bianchi

Maria de Fátima Batista

Supervisor Editorial: Maria José de Oliveira Duarte

Revisor de texto: Raquel Siqueira de Lemos

Normalização Bibliográfica: Maria Alice Bianchi

Tratamento de Ilustrações: Jorge Humberto Ribeiro Júnior

Editoração Eletrônica e Capa: Jorge Humberto Ribeiro Júnior

1ª edição

1ª impressão (2003): tiragem 500

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Impacto Ecológico de Plantas Geneticamente Modificadas: O Algodão resistente a insetos como Estudo de Caso / Editores Carmem S. S. Pires, Eliana M. G. Fontes e Edison R. Sujii - Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003.

238 p.

ISBN: 85-87697-20-x.

1. Organismos geneticamente modificados - Algodão 2. Organismos geneticamente modificados - Resistência a insetos. 3. *Gossypium* l. Pires, C. S. S.

CDD 633.51 21. ed.

© Embrapa 2003

Apresentação

O primeiro capítulo deste livro, tradução autorizada de um artigo da revista *Nature Biotechnology*, de 2002, examina as principais questões a respeito do potencial do impacto ambiental das plantas geneticamente modificadas (GM):

- São tóxicas aos seres vivos?
- Têm potencial para se tornarem invasoras?
- Haverá fluxo gênico para espécies relacionadas?
- Haverá redução na eficiência no controle de insetos, doenças e plantas daninhas?
- Quais os efeitos na biodiversidade?
- Quais os efeitos na água e no solo?

Como os editores enfatizam, a busca às respostas para essas questões têm sido severamente limitada pela falta de metodologias aceitas por todos os envolvidos nessas questões. Compreendendo tal lacuna, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa propuseram efetuar um “Painel de especialistas sobre impactos potenciais ao meio ambiente do algodão geneticamente modificado resistente a insetos”.

O algodão foi escolhido como modelo para estudo no Painel pela sua, cada vez maior, importância socioeconômica no Brasil, por ser cultivado em condições ecológicas e tecnológicas distintas, e, também, por possuir, no País, parentes silvestres, para os quais as questões sobre fluxo gênico e manutenção da biodiversidade são muito relevantes.

O resultado imediato dos trabalhos ocorridos durante o mês de junho de 2002 foi a edição de um relatório técnico¹ que sinte-

¹ FONTES, E. M. G.; PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R. Painel de especialistas sobre impactos potenciais ao meio ambiente do algodão geneticamente modificado resistente a insetos. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 23p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 81).

tizava os debates ocorridos, as principais conclusões e as recomendações de estudos posteriores. O Painel reuniu alguns dos mais respeitados especialistas brasileiros sobre cultivo, ecologia, entomologia, fitopatologia e engenharia genética do algodão e, a partir do rico material apresentado na forma de palestras, surgiu esta publicação, com as contribuições mais relevantes que foram apresentadas naquela ocasião.

As palestras foram transformadas em capítulos, cada um tratando de uma questão relevante apresentada acima. Não foram abordadas as questões relacionadas à saúde humana nem aos aspectos de regulamentação de produtos geneticamente modificados.

Entretanto, as questões levantadas neste livro, as conclusões científicas apresentadas e as recomendações sobre os estudos necessários são de grande importância para que os órgãos reguladores do uso de organismos geneticamente modificados possam se fundamentar quando houver solicitações de autorização para plantio comercial do algodão *Bt* resistente a insetos.

Esta é, sem dúvida, a principal contribuição dos editores e autores deste livro: colocar à disposição da sociedade informações científicas atualizadas sobre os diversos aspectos do algodão resistente a insetos e apontar as necessidades de estudos e pesquisas em assuntos a ele relacionados.

Espera-se que este livro venha a estimular grupos de pesquisa a desenvolverem o mesmo tipo de trabalho com outros organismos e características transformadas, de modo a incrementar e a difundir rapidamente o conhecimento sobre as culturas transgênicas e os respectivos impactos potenciais ao meio ambiente.

José Manuel Cabral de Sousa Dias
Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Prefácio

No Brasil, como em muitos outros países, o desenvolvimento e a comercialização de culturas geneticamente modificadas têm sido sujeitos a um intenso debate. A maioria das questões levantadas nesse debate diz respeito, principalmente, à adequação e forma de implementação da estrutura regulamentar de biossegurança. Outros pontos abordados referem-se ao impacto socioeconômico advindo da apropriação das biotecnologias por empresas privadas multinacionais e às questões de restrição de mercado dos produtos de exportação, uma vez que países importadores estão colocando barreiras ao consumo de produtos agrícolas geneticamente modificados. Dentro desse contexto o debate científico relacionado às questões de biossegurança está sendo relegado a um segundo plano.

As discussões sobre os riscos e benefícios dessas tecnologias para o consumo humano e para o meio ambiente no Brasil têm sido seriamente limitadas pela carência de informações científicas geradas no País. A análise de risco dos organismos geneticamente modificados depende da disponibilidade de informações científicas consistentes. Após quase 10 anos de debates, verifica-se que pouco se conseguiu na busca de conhecimentos adquiridos no Brasil que poderão fundamentar as análises de risco ao meio ambiente e à saúde do homem e dos animais.

Este livro resultou do interesse dos editores em disponibilizar, em português, as informações científicas geradas em outros países sobre os possíveis impactos ecológicos da introdução no ambiente de organismos geneticamente modificados. A nossa expectativa é também chamar a atenção para essa interessante e importante área de estudo.

O livro teve como origem o relatório técnico de um painel de especialistas sobre impactos potenciais ao meio ambiente do al-

godão geneticamente modificado resistente a insetos, coordenado pelos co-editores do livro, por solicitação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq –, com o apoio do Programa de Recursos Genéticos e Biotecnologia, do Ministério de Ciência e Tecnologia. O algodão geneticamente modificado para resistência a insetos foi escolhido como estudo de caso por apresentar inúmeros desafios em relação aos estudos de impacto ambiental. Essa é uma cultura de grande interesse econômico para o Brasil, cultivada em pequenas e grandes propriedades em quase todas as regiões geográficas. Três espécies do gênero *Gossypium* ocorrem no País, uma cultivada e duas silvestres ou asselvajadas, ocorrendo também raças locais. Há indicações de compatibilidade sexual entre elas, o que levanta a questão do fluxo de genes de variedades transgênicas para espécies silvestres. Além disso, a grande diversidade da fauna de artrópodes associada à cultura levanta preocupações com relação aos possíveis impactos sobre organismos benéficos, tais como abelhas, inimigos naturais e microrganismos envolvidos na ciclagem de nutrientes. A avaliação desses impactos é imprescindível para a utilização comercial dessas variedades. Uma vez comprovada a segurança, essa tecnologia poderá vir a ser um importante componente do manejo de pragas do algodão, contribuindo possivelmente para redução do uso intenso de pesticidas químicos nessa cultura.

Quase todos os capítulos deste livro resultaram de palestras apresentadas durante o painel de especialistas, e abordam tópicos prioritários da avaliação de risco de plantas geneticamente modificadas. Os editores desejam agradecer aos autores dos capítulos, aos revisores e a todos que contribuíram para essa iniciativa.

Carmen S. S. Pires
Eliana M. G. Fontes
Edison R. Sujii
Editores

Sumário

Capítulo 1	13
Impacto ambiental de variedades agrícolas geneticamente modificadas <i>Philip J. Dale , Belinda Clarke e Eliana M.G. Fontes</i>	
Capítulo 2	49
Genética molecular de plantas para resistência a insetos <i>Maria Fátima Grossi de Sá e Eduardo Romano</i>	
Capítulo 3	65
O impacto de plantas geneticamente modificadas resistentes a insetos sobre a biodiversidade <i>Eliana M. G. Fontes, Carmen S. S. Pires e Edison R. Sujii</i>	
Capítulo 4	85
Avaliação ecológica de risco de plantas geneticamente modificadas resistentes a insetos sobre inimigos naturais <i>Carmen S. S. Pires, Edison R. Sujii e Eliana M. G. Fontes</i>	
Capítulo 5	117
Possíveis efeitos do cultivo de algodoeiro <i>Bt</i> sobre a comunidade de microrganismos do solo <i>Norma Gouvêa Rumjanek e Mônica Cristina C. de Fonseca</i>	
Capítulo 6	135
Manejo de resistência em insetos-praga <i>José Magid Waquil</i>	
Capítulo 7	163
Fluxo gênico em algodão no Brasil <i>Paulo A. Vianna Barroso e Eleusio Curvelo Freire</i>	

Capítulo 8	195
As abelhas e o algodão <i>Bt</i> no Brasil – uma avaliação preliminar	
<i>Fernando A. Silveira</i>	
Capítulo 9	217
Questões científicas do debate sobre transgênicos – foco no algodão <i>Bt</i>	
<i>Edison R. Sujii, Marcos R. de Faria e Celso Omoto</i>	
- Impactos sobre organismos não-alvo	219
- Manejo de resistência	230
- Fluxo gênico por intermédio de pólen e sementes	234