

Biossegurança no desenvolvimento e uso das plantas transgênicas **Considering biosafety for development and use of transgenic plants**

Capalbo, D.M.F.¹, Dusi, A.N.², Sujii, E.R.³

¹Embrapa Meio Ambiente, CP69, CEP13820-000, Jaguariúna/SP. ²Embrapa Hortaliças, CP 218, CEP 70359-970, Brasília/DF. ³Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, CP 02372, CEP 70770-900, Brasília/DF.

A produção agrícola está sob constante pressão de ataque de artrópodes e microrganismos, pragas que comprometem a produtividade. O uso de produtos químicos é a principal forma de controle para a maioria das pragas, sendo que a obtenção de variedades resistentes é uma alternativa importante como método de controle. A biotecnologia oferece novas possibilidades para a inserção de características de resistência a pragas, na forma de plantas conhecidas como organismos

geneticamente modificados - OGM. Esta possibilidade é especialmente interessante para os casos onde o melhoramento clássico, por cruzamento sexual para criação de novas variedades, não é possível ou seria extremamente demorado.

Essa nova tecnologia gerou questões críticas e um debate intenso sobre os riscos que os OGM oferecem ao meio ambiente e à saúde humana. No sentido de responder a estas questões críticas e normatizar o processo de avaliação e aprovação de

OGM foram criados dispositivos legais na forma de regulamentações nacionais (Leis, Decretos, Normas, e outras como Instruções da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio) e internacionais (Protocolo de Cartagena) que visam garantir a segurança do uso de OGM. Estes protocolos prevêem uma análise de risco científica, caso-a-caso, e se baseiam no ambiente receptor do OGM.

Visando o desenvolvimento de estudos, em nível nacional, que indicassem a segurança ambiental e alimentar dos OGM desenvolvidos pela Embrapa e garantissem o atendimento à legislação em vigor, foi estruturada, na Embrapa, a Rede de Pesquisa em Biossegurança - *BioSeg*.

A vivência de quatro anos de trabalho da *BioSeg* será abordada neste trabalho, com ênfase nos resultados alcançados e perspectivas futuras.

Situação atual das plantas transgênicas

A área plantada com OGM (autorizada pelos órgãos regulatórios nos países onde estão sendo cultivadas) vem aumentando ano a ano, sendo o Brasil, o terceiro no ranking mundial, com 9,4 milhões de hectares em 2005 (JAMES, 2005). Esta área corresponde apenas ao plantio da soja tolerante a glifosato no Brasil, enquanto que os Estados Unidos, com 49,8 milhões de hectares, cultivam soja, milho, algodão, canola, abóbora e mamão, e a Argentina, com 17,1 milhões de hectares, cultiva soja, milho e algodão.

As características inseridas no OGM, nos eventos indicados no estudo de JAMES (2005) e outros dados disponíveis em bases de dados internacionais, são de tolerância a herbicidas ($\approx 35\%$ dos eventos), resistência a insetos ($\approx 32\%$), cabendo apenas 3% para a resistência a vírus de plantas.

A maioria das plantas OGM liberadas para uso comercial são *commodities* (destaque para algodão, canola, fumo, milho e trigo), cabendo um número muito reduzido a culturas como abobrinha, pepino, melão, lentilha, tomate e batata.

Biossegurança de OGM

• O que é?

A biossegurança (no seu aspecto mais amplo) está voltada para o controle e a minimização de riscos advindos da prática de diferentes tecnologias, seja em laboratório ou aplicadas ao meio ambiente. Ela se aplica às atividades de pesquisa, de saúde, no controle de emissão de ruídos, no uso de eletricidade, entre outros, e é regulada por um conjunto de leis, procedimentos ou diretivas específicas.

No Brasil, a legislação de biossegurança de OGM engloba apenas a tecnologia do DNA ou RNA recombinante, estabelecendo os requisitos para o manejo de OGM, para permitir o desenvolvimento sustentado da Biotecnologia moderna.

• Como garantir a segurança em campo?

Tem sido demonstrado em diversos países, que a utilização de normas e regulamentações constitui um elemento indispensável para a garantia da segurança. Em todos os códigos vigentes está implícita a idéia de que existem perigos em potencial associados aos OGM e que há necessidade de mensurá-los de forma comparativa e adequada, visando decidir

sobre seu risco. Entretanto, dada a novidade das plantas OGM, as decisões baseadas nos princípios da biossegurança devem ser tomadas na ausência de um conhecimento completo sobre todos os efeitos benéficos e adversos envolvidos. As medidas regulatórias devem, ainda, permitir a decisão de como manejá-los ou contê-los, o que exige que as análises sejam feitas CASO-A-CASO.

As etapas de avaliação do risco indicadas na legislação nacional e nas normas da CTNBio compreendem a descrição prévia do OGM e do propósito da liberação, a identificação do perigo e a previsão de dano. A qualidade de toda avaliação dependerá do grau de conhecimento que existe sobre o que será realizado e sobre os efeitos esperados.

São consideradas situações de risco para um OGM:

- Potencial de transferência de material genético (fluxo gênico);
- Instabilidade do organismo transformado (fenotípica e genética)
- Patogenicidade, toxicidade, alergenicidade;
- Potencial de sobrevivência, estabelecimento e disseminação;
- Outros efeitos negativos sobre organismos não alvo.

O fato de identificar uma característica particular como um perigo, não implica diretamente na existência de risco.

Biossegurança ambiental e alimentar de OGM - o Projeto em Rede BioSeg

Neste cenário anteriormente identificado para as plantas OGM e segundo as definições e conceitos apresentados, a Embrapa reconheceu a necessidade de contribuir mais intensamente no processo de desenvolvimento de OGM, dando maior ênfase à avaliação de riscos ambientais e segurança alimentar destes organismos, especialmente pela carência de resultados gerados no país e pela importância de se dispor de protocolos de avaliação cuidadosamente desenhados pela pesquisa e que oferecessem padrões de estudo altamente confiáveis para uso pelos tomadores de decisão e para o público em geral.

Assim, em 2002, a Embrapa aprovou o projeto *Rede de Biossegurança: Organismos Geneticamente Modificados - BioSeg* - para gerar protocolos e informação científica, utilizando como modelo as plantas geneticamente modificadas estudadas pela Embrapa.

Os elementos-chave do projeto *BioSeg* são:

- ✓ Desenvolver e implementar protocolos de biossegurança através de uma rede dinâmica, envolvendo capacidades já instaladas nos países (pertencentes ao quadro da Embrapa e de instituições parceiras);
- ✓ Promover a comunicação científica entre áreas de conhecimento complementares;
- ✓ Favorecer uma revisão rápida e freqüente das metodologias e análises propostas para OGM pela Rede; incorporar novos aspectos de segurança para o ser humano e para o ambiente, tão logo eles sejam detectados por qualquer grupo nacional ou internacional.

Inicialmente baseados na necessidade de gerar os dados

requeridos pela CTNBio para a liberação comercial de cada um dos produtos, o grupo também identificou necessidades de treinamento e capacitação dos membros da equipe, buscando suprir as demandas por melhor esclarecimento da população.

A *BioSeg* se apoia, até o momento, na capacidade já instalada de 14 Centros de Pesquisa da Embrapa estabelecidos em várias regiões do Brasil, e na colaboração com reconhecidos cientistas de Universidades e Instituições de Pesquisa nacionais e internacionais. Todos juntos, eles constituem um grupo multidisciplinar que se dedica ao estudo dos cinco produtos indicados a seguir:

- Mamão (*Carica papaya* L.) resistente ao *Papaya ringspot virus* (PRSV)
- Feijão (*Phaseolus* sp.) resistente ao *Bean golden mosaic virus* (BGMV)
- Batata (*Solanum tuberosum* L.) resistente ao *Potato virus Y* (PVY)
- Algodão (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium*) resistente a insetos
- Soja (*Glycine max*) tolerante a herbicida glifosato.

O grupo que estuda a segurança ambiental avalia o impacto de cada planta em organismos alvo e não alvo, além da biodiversidade associada à cultura. Os estudos são realizados dentro da área cultivada de cada uma das plantas em estudo, analisando-se os efeitos no ambiente acima e abaixo do solo, considerando o sistema de produção em uso e o agroecossistema específico da cultura.

O grupo que estuda a segurança alimentar analisa fatores como: composição do produto a ser utilizado como alimento (grão, fruto ou tubérculo), efeitos do processamento e cozimento, expressão de proteínas em função do novo DNA (funcionalidade, potencial tóxico e alergenicidade) e outros aspectos.

Os estudos de segurança ambiental e alimentar poderão ser ampliados em função da natureza das diferenças ou impactos observados.

Atividades já realizadas

Durante o embate legal originado em 2001 com a determinação judicial da necessidade de licenciamento ambiental para condução de ensaios em campo, as atividades da *BioSeg* que dependiam de autorização específica, como a liberação planejada no meio ambiente, sofreram um atraso. A equipe do projeto participou ativamente na operacionalização do processo de licenciamento das áreas experimentais em diversas reuniões com os técnicos dos Ministérios e regulamentadores para estabelecer os termos atualmente vigentes. Esses termos permitiram a implantação dos primeiros experimentos de campo com licença ambiental do IBAMA, em dezembro de 2003, com as autorizações para os ensaios de mamão, feijão e batata.

A liberação comercial do algodão resistente a inseto (algodão Bt - Bollgard® da MDM/Delta & Pine Co.) pela CTNBio em 2005 teve a participação de membros da *BioSeg*. Pesquisadores do projeto componente algodão apresentaram palestras com resultados de estudos sobre o impacto sobre a biodiversidade e o fluxo gênico para espécies silvestres no Brasil, além de propostas sobre áreas de exclusão e refúgios para manejo de

resistência dos insetos que foram importantes para a liberação comercial do evento no Brasil.

No âmbito da *BioSeg*, dando continuidade ao propósito de qualificação de pessoal da Embrapa e de instituições de licenciamento e fiscalização, como o Ibama e a CTNBio, em biossegurança de OGM, foram realizados três *Cursos de Análise de Risco de Plantas Geneticamente Modificadas*: Brasília/DF (junho/2005), Campinas/SP (agosto/2005) e Salvador/BA (dezembro/2006).

Perspectivas futuras e Considerações finais

Com o desenvolvimento da *BioSeg*, alguns resultados e impactos podem ser esperados. Como impactos diretos, a Embrapa contará com dados suficientes para submeter às autoridades nacionais para consideração sobre a segurança (alimentar e ambiental) de algumas das plantas em estudo, permitindo que seja pleiteada a liberação comercial em fase posterior. Como impactos indiretos, a experiência adquirida na Rede formou um grupo de pesquisadores que é referência para futuras consultas nacionais, capaz de rapidamente organizar discussões e preparar um cenário de impactos previsíveis para outros OGM que vierem a ser desenvolvidos. Exemplo disso é a demanda pelo Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento – DPD - da Embrapa para suporte na avaliação da carteira de projetos Empresa (as propostas de projetos, que envolvem OGM, submetidas aos editais do sistema competitivo de projetos de pesquisa da Embrapa – Macroprogramas - contam com uma análise preliminar do Comitê Gestor da *BioSeg*).

Existe no âmbito do DPD e do Comitê Gestor da *BioSeg* uma discussão para que a rede tenha um escopo mais abrangente que o projeto atual e envolva todo o trabalho com OGM na Embrapa. Entretanto, este tópico ainda carece de uma maior discussão.

Certamente uma resposta única sobre a biossegurança de todos os eventos transgênicos não existe (ainda que restritos a uma determinada planta ou a uma determinada característica inserida), pois os estudos são feitos caso-a-caso. Ainda, deve-se lembrar que tais riscos não diferem profundamente dos associados à introdução de inovações em outros setores da economia.

O Brasil está preparado e capacitado para assumir a responsabilidade de analisar os riscos inerentes aos OGM: possuímos regulamentação específica e temos uma capacidade instalada de pesquisa para abordar este tema. Além disso, frente à expectativa de ampliação do mercado de transgênicos (novas características agrônômicas e nutricionais) estamos estruturados para organizar as discussões.

Mesmo que tecnicamente prontos, ainda se faz necessária uma melhor interlocução entre órgãos de pesquisa, os regulamentadores e os consumidores brasileiros. Então, a pesquisa tem pela frente um trabalho de comunicação com o público de grande importância. E o governo, o compromisso com o desenvolvimento da ciência e do bem estar sustentáveis.

Agradecimentos

A toda a equipe de pesquisadores da Embrapa e seus colaboradores, membros do Projeto em Rede *BioSeg*, que direta

ou indiretamente participam das discussões dos impactos ambientais dos cultivos estudados.

Embrapa (SEG nº01.02.01.01) e Finep/MCT (Convênio 01020162-00) apóiam o projeto desde sua concepção; outros órgãos financiadores como CNPq, FAPESP apóiam parcialmente pesquisadores, estudantes de pós-graduação e as atividades de avaliação de impactos.

Ao projeto GMO ERA¹, financiado pela SDC/ Suíça, que é parceiro da *BioSeg*, nosso sincero reconhecimento.

¹ Projeto internacional associado ao Grupo de Trabalho Global sobre Organismos transgênicos no MIP, da IOBC

- International Organization for Biological Control, e financiado pela Agencia Suíça para Cooperação e Desenvolvimento (SDC).

- <http://www.gmo-guidelines.info>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hilbeck, A.; Andow, D.; Fontes, E.M.G. **Environmental Risk Assessment of Genetically Modified Organisms**, Methodologies for Assessing Bt Cotton in Brazil. v.2, CAB International, 2006. 373p.
2. James, C. **Executive Summary of Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops**. ISAAA Briefs, n.34. Ithaca, 2005.