

BIOSSEGURANÇA NO USO DE PLANTAS TRANSGÊNICAS RESISTENTES A HERBICIDAS

Sérgio H. Brommonschenkel* & Maurílio Alves Moreira**

* Núcleo de Biotecnologia Aplicada a Agropecuária. ** Universidade Federal de Viçosa
36571-000 Viçosa-MG.

A transformação de plantas visando resistência a herbicidas representa uma nova alternativa para obtenção de seletividade e para a expansão do uso de herbicidas com menor impacto ambiental. Através do emprego desta tecnologia, resistência a diferentes herbicidas já foi engenheirada em plantas cultivadas (Tabela 1) e diferentes cultivares resistentes a herbicidas foram introduzidos recentemente no mercado canadense e americano (Tabela 2). A introdução dessa característica em cultivares nacionais por diferentes instituições de ensino e/ou pesquisa encontra-se em progresso (Tabela 3).

No Brasil, tanto o desenvolvimento quanto a liberação no ambiente de plantas resistentes a herbicidas são regulamentados por legislação específica (Fontes & Sampaio, 1997). A necessidade de regulamentação deve-se, em grande parte, ao desconhecimento do impacto potencial dos genes utilizados para o desenvolvimento de resistência aos herbicidas. Esta resistência tem sido obtida pela introdução de genes oriundos de fontes biológicas diversas, originariamente não-pertencentes ao "pool" gênico das plantas cultivadas (Tabela 1). Desta forma, as conseqüências fenotípicas e ambientais de algumas modificações não são conhecidas. Assim, uma avaliação do

risco para a natureza e do uso final da planta modificada deve ser efetuado antes da liberação das plantas transgênicas no ambiente e antes de que elas sejam desenvolvidas e usadas comercialmente para a produção de alimentos, rações, fibras, produtos farmacêuticos ou para processamento industrial.

Basicamente existem duas regulamentações ou normatizações que governam a pesquisa e o desenvolvimento de plantas transgênicas: aquelas para uso confinado e aquelas para teste de campo ou uso comercial. No caso de uso confinado, as regulamentações envolvem medidas que tem a finalidade de preservar a saúde e segurança das pessoas envolvidas no desenvolvimento e manuseio do material transgênico e evitar o escape do material transgênico para o ambiente. As regras para uso não-confinado além de incluírem medidas que visam a preservação da saúde humana, incluem também uma avaliação do risco ou provável impacto no ambiente. No caso específico do uso de plantas transgênicas a herbicidas, existem pelo menos cinco categorias de preocupações ambientais relativas aos riscos potenciais ao meio ambiente e à biodiversidade (Dale, 1995; Darmency, 1996; Roger & Parkes, 1995; Williamson, 1996): 1) criação de novas plantas daninhas; 2) amplificação do

efeito de plantas daninhas já existentes; 3) extinção de plantas daninhas que contem genes de valor potencial; 4) uso mais intensivo de herbicidas e 5) descaracterização de variedades cultivadas.

Atualmente existem dois sistemas de avaliação de riscos em uso: um baseado no produto obtido (regulamentação vertical) e outro baseado no processo de obtenção (regulamentação horizontal) (Dale, 1995). No sistema baseado no produto, adotado pelos Estados Unidos e Canadá, a avaliação da segurança é baseada na natureza do organismo, incluindo sua capacidade de sobrevivência, multiplicação e disseminação, e seu uso pretendido e o ambiente no qual planeja-se a sua introdução. No sistema baseado no processo, adotado pelo Brasil, Comunidade Européia e outros países, a avaliação de risco é substanciada pelo fato do organismo ter sido modificado através de técnicas inovadoras de manipulação genética.

No Brasil, o uso de técnicas de engenharia genética e liberações no ambiente de organismos geneticamente modificados são regulamentadas pela Lei nº 8.974, de 05 de Janeiro de 1995 e pelo Decreto nº 1520, de 12 de junho de 1995. Esta legislação criou a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), ligada ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), a qual é a responsável pela normatização, avaliação e emissão de pareceres relacionados à transferência, manipulação e uso de organismos geneticamente modificados (OGM's) no Brasil. As normas e regulamentos relativos às atividades e projetos relacionados a OGM's e derivados expedidas pela CTNBio, abrangem a construção, cultivo, manipulação, uso, transporte, armazenamento, comercialização, consumo, liberação e descarte dos mesmos, com vistas especialmente à segurança do material e à proteção dos seres vivos e do meio ambiente. Com base nesta legislação, as entidades nacionais, estrangeiras ou internacionais, para que possam desenvol-

ver atividades relativas a OGM's no Brasil, deverão requerer à CTNBio o Certificado de Qualidade de Biossegurança-CQB. A legislação brasileira de biossegurança determina ainda que toda instituição que se dedique ao ensino, pesquisa, ao desenvolvimento e utilização de técnicas de engenharia genética, pública ou privada, nacional ou internacional, deve constituir uma Comissão Interna de Biossegurança (CIBio) a qual é a responsável pela obtenção do CQB junto à CTNBio e pela avaliação e supervisão dos trabalhos com OGM conduzidos na Instituição e Empresa, de acordo com as recomendações emanadas da CTNBio.

A liberação no ambiente de organismos geneticamente modificados deve ter autorização prévia da CTNBio. Os procedimentos para tanto estão explícitos na Instrução Normativa de nº 3 da CTNBio, publicada no Diário Oficial da União Nº 221, de 13/11/96. Esta instrução contempla um amplo questionário contendo as informações necessárias a uma análise de risco profunda e cuidadosa da liberação pretendida, incluindo aspectos biológicos, ecológicos e biogeográficos dos organismos doador e receptor e transgênico, bem como a caracterização molecular da transformação e as características dos genes inseridos. São também formuladas questões relativas ao uso pretendido da tecnologia, bem como seu potencial de dano ou impacto à saúde do homem e ao meio ambiente.

Com a implementação da Lei de Propriedade Industrial ("Patentes") na área biológica e a aprovação pelo Congresso Nacional da nova Lei de Proteção de Cultivares, espera-se um rápido aumento do investimento em plantas transgênicas resistentes a herbicidas. A observação da legislação em vigor e a conscientização dos produtores e consumidores são fatores fundamentais para o sucesso da implementação dessa nova importante tecnologia na agricultura nacional.

Tabela 1 - Transformação de Plantas Visando Resistência a Herbicidas
(Modificado de Cole, 1994; Schulz, 1990)

Grupo de Herbicida	Gene Transformado	Fonte do gene	Mecanismo da Resistência	Planta Transformada
Sulphonylureas	acetolactate synthase	plantas	alvo bioquímico mutado	canola, arroz, linho, algodão, tomate, beterraba açucareira, melão, <i>Populus</i> , etc.
Imidazolinones	acetolactato synthase	plantas	alvo bioquímico mutado	fumo
Glyphosate	enolpyruvoyl shikimate 5-phosphate synthase	bactérias do solo e intestinais, plantas	alvo bioquímico mutado	tomate, canola, soja, <i>Populus</i> , etc.
	glyfosate oxido-reductase	bactérias do solo	detoxificação	milho, canola, soja
Asulam	dihydropterate synthase	bactérias do solo	alvo bioquímico mutado	fumo
Atrazine	proteína 'D1'	plantas	alvo bioquímico mutado	soja
Glufosinate	N-acetyl transferase	bactérias	detoxificação	milho, trigo, arroz, algodão, canola, batata, tomate, beterraba açucareira, etc.
	glutamina syntethase	plantas	superprodução do alvo bioquímico	fumo
Bromoxynil	nitrilase	bactérias do solo	detoxificação	canola, algodão, batata, tomate

Tabela 2 - Histórico da Introdução de Plantas Transgênicas Resistentes a Herbicidas no Mercado*

Ano	Cultura	Firma	Evento
1995	Algodão	Calgene	Algodão resistente ao bromoxynil (Algodão BXN)
1995	Canola	AgrEvo	Canola tolerante ao glufosinate (Canola Liberty Link)
1995	Milho	BASF	Milho resistente ao sethoxydim (Milho resistente ao Poast)
1996	Soja	Monsanto	Soja tolerante ao glyphosate (soja Roundup Ready)
1996	Canola	Monsanto	Canola tolerante ao glyphosate (canola Roundup Ready)

* Fonte: Wood Mackenzie Consultants, Biotechnology Review, 1996

<http://www.woodmac.com/finechem/biotec.html>

Tabela 3 - Resistência a Herbicidas sendo Introduzidas por Transformação de Plantas em Cultivares Brasileiros de Culturas de Importância Econômica (Modificado de Fontes & Sampaio, 1997)

Cultura	Instituição/Firma
Soja	Monsoy-Monsanto
Soja	EMBRAPA-Soja/Monsanto
Soja	Universidade Federal de Viçosa/Monsanto
Soja	AgrEvo
Cana-de-açúcar	Copersucar
Feijão	EMBRAPA/CNPAF/CENARGEN/AgrEvo

Bibliografia Citada

- Cole, D.J. Molecular mechanisms to confer herbicide resistance. In: *Molecular Biology in Crop Protection*, Marshall, G. & Walters, D. (eds.), Chapman & Hall, Londres, 1994. pp.146-176.
- Dale, P.J. Research & Development regulation and field trialling of transgenic crops. *Trends in Biotechnology*, 13: 398-403, 1995.
- Darmency, H. Movement of resistance genes among plants. In: *Molecular Genetics and Evolution of Pesticide Resistance*, Brown, T.M. (ed.), ACS Symposium Series No.645, American Chemical Society, 1996; pp 2009-2220.
- Fontes, E.M.G. & M.J.A. Sampaio. Biossegurança e Agrobiotecnologia do Ano 2000. In: *Anuário ABRASEM 1997*. Associação Brasileira dos Produtores de Sementes, Brasília-DF; pp 41-48.
- Rogers, H.J. & Parkes, H.C. Transgenic plants and the environment. *Journal of Experimental Botany*, 46(286):467-488, 1995.
- Schulz, A.; Wengenmayer, F. & Goodman, H. Genetic engineering of herbicide resistance in higher plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 9(1):1-15, 1990.
- Williamson, M.K. Can the risks from transgenic crops be estimated? *Trends in Biotechnology*, 14: 449-450, 1996.