



Edilson Paiva*

Introdução

Durante um período de oito anos, entre 1996 e 2003, a área global com lavouras transgênicas no mundo aumentou 40 vezes atingindo 67,7 milhões de hectares em 2003. Os 67,7 milhões de hectares de plantas transgênicas, foram cultivados por 7 milhões de agricultores em 18 países. A grande surpresa é que desses 7 milhões mais de 85% foram classificados como agricultores de baixa renda. Constituídos, principalmente, por agricultores chineses que plantaram algodão transgênico resistente à insetos. Em 2003, o mercado global das plantas transgênicas foi estimado em US\$ 4,5 bilhões o que representou 15% do mercado global de proteção de plantas e 13% do mercado global de sementes.

Até 2002 o Brasil aparecia nas estatísticas como país livre de plantas transgênicas embora já se soubesse que a soja transgênica resistente a herbicida (Soja RR) estava sendo cultivada ilegalmente. Em 2003, o Brasil autorizou oficialmente o cultivo após constatar que 3 milhões de hectares de soja RR tinham sido plantados em terras brasileiras, resultando numa produção de cerca de 10 milhões de toneladas de grãos transgênicos. Passando assim, a ocupar a posição de quarto maior produtor de plantas transgênicas do mundo, ficando atrás somente dos Estados Unidos, Argentina e Canadá.

*Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo
Cx.Postal 151, Rodovia MG 424, Km 65, Embrapa – 35.701.970 – Sete Lagoas - MG

e-mail: edilson@cnpms.embrapa.br

Milho Transgênico no Mundo

Em 2003 o milho transgênico foi plantado em nove países – EUA, Canadá, Argentina, África do Sul, Espanha, Filipinas, Honduras, Uruguai, Alemanha, ocupando 15,5 milhões de hectares, equivalentes a 11% da área cultivada com milho no mundo, Figura 1.

A diversidade de plantas transgênicas de milho continuou em expansão em 2003 com introdução, nos EUA, do evento MON 863 contendo o Gene Bt Cry 3 Bt1 para controle de "Vaquinha", uma praga que causa grande impacto econômico. Há previsão para a liberação de eventos contendo simultaneamente os genes Cry3Bt1 (resistência à coleopteros) e o gene Cry1Ab (resistência à lepdopteros). O evento TC 1507 contendo o Gene Cry1Fa2 foi igualmente comercializado pela primeira vez nos USA, e oferece um amplo espectro de atividade que inclui proteção contra *Ostrinia*, *Diatrea*, *Spodoptera*, *Agrotis*, *Loxagrotis* e *Heliocoverpa*.

A área ocupada pelo milho transgênico no mundo em 2003 apresentou o maior crescimento porcentual (25%) em relação aos outros transgênicos. Este crescimento aconteceu principalmente nos USA, sendo também expressivo no Canadá, Argentina, África do Sul e Espanha. Países como Honduras, Filipinas e Uruguai permitiram pela primeira vez o cultivo de milho transgênico. Na tabela 1, são apresentados todos os eventos de milho transgênico, que já foram aprovados para comercialização em pelo menos um país.

Milho Transgênico Resistente A

Ostrinia nubalis

Nos Estados Unidos e Canadá a principal praga da cultura do milho é o European "corn borer" (ECB), *Ostrinia nubalis*, que causa perdas anuais de produtividade da ordem de 5 a 10%, que associadas a custos de manejo e controle químico, causam prejuízos de mais de 1 bilhão de dólares. O controle químico, além de caro é difícil de ser praticado devido a biologia da praga, cuja larva penetra no colmo, ficando protegida, exigindo portanto, aplicações múltiplas do inseticida para garantir o seu controle.

Através da engenharia genética os Americanos desenvolveram uma linhagem de milho capaz de produzir seu próprio inseticida contra o ECB. Isto foi possível, pela introdução em uma linhagem normal de milho, via biobalística, do gene *cry1 Ab* isolado de uma bactéria comum do solo chamada *Bacillus thuringiensis* (Bt). O gene *cry1 Ab* é responsável pela síntese de uma proteína (Delta endotoxina) que é especificamente tóxica à larvas de insetos lepidópteros. A proteína produzida pelo milho transgênico Bt é idêntica àquela encontrada na natureza ou em inseticidas comerciais a base de Bt. A ação tóxica da proteína ocorre quando a mesma se liga em sítios receptores específicos de células do intestino de insetos susceptíveis causando sua ruptura, conseqüentemente, levando o inseto a morte. Assim, a proteína só é tóxica ao inseto quando ela é ingerida pelo mesmo. Não existem sítios de ligações para as delta-endotoxinas de Bt no intestino dos mamíferos, aves e peixes portanto, estas proteínas não são tóxicas aos humanos e animais. Experimentos de campo mostraram não haver nenhuma outra diferença agrônômica entre o milho transgênico com o gene Bt e o milho normal, incluindo vigor, ciclo, susceptibilidade a outras pragas e doenças, produtividade e efeitos negativos em outros organismos.

O milho moderno é uma planta totalmente dependente do homem para sua sobrevivência e nas Américas o seu parente mais próximo, com o qual ele é capaz de naturalmente cruzar é o teosinte anual (*Zea mays ssp. Mexicana*). No entanto, este parente selvagem do milho é nativo da América Central, não ocorrendo naturalmente nas américas do Norte e do Sul. Transferência gênica entre o milho Bt e parentes selvagens do milho, é portanto, desconsiderada nas condições de cultivo de milho nas américas do Norte e do Sul. O potencial para que populações de ECB venham a desenvolver tolerância e resistência a toxina do Bt deve aumentar proporcionalmente com o aumento do cultivo de plantas de milho transgênicas contendo este gene. Para reduzir este potencial, nos Estados Unidos e Canadá foram estabelecidas práticas mandatórias de manejo como : plantio de talhões com plantas não transgênicas (20% da área de cultivo).

A segurança alimentar foi avaliada utilizando vários critérios padrões e os resultados mostraram que há equivalência nutricional entre o milho não transgênico e o milho Bt , não oferecendo nenhum risco aos seres humanos e animais. A proteína do gene *cry1 Ab* não possui nenhuma similaridade de seqüência com proteínas conhecidas com alergênicas e possui um histórico de segurança baseado em mais de 40 anos de uso de inseticidas comerciais a base de Bt.

As principais vantagens do uso do milho transgênico Bt são: redução de aplicação de inseticidas na lavoura e controle mais eficiente da praga; tecnologia que já vem embutida no insumo semente facilita sua utilização pelo agricultor, em particular o pequeno agricultor; diminui a ocorrência micotoxinas nos grãos; e é componente importante para a sustentabilidade do manejo de pragas em plantio direto , que geralmente é mais vulnerável a insetos pragas que o plantio convencional.

Milho Transgênico Resistente ao Herbicida Glifosate

As ervas daninhas constituem-se num dos maiores problemas no cultivo do milho. O controle de ervas daninhas é feito utilizando uma combinação de práticas culturais (Tipo de preparo do solo, rotação de culturas, plantio direto, etc.) e controle químico com herbicidas. Em geral, são utilizados diferentes tipos de herbicidas para se obter um controle efetivo de ervas daninhas em um cultivo comercial de milho.

Um dos produtos com ação herbicida mais utilizado no mundo é o Glifosate, princípio ativo do herbicida Roundup da Monsanto. O Glifosate vem sendo extensivamente utilizado em várias culturas desde 1975. O mecanismo de ação do Glifosate consiste em inibir a sínteses de aminoácidos aromáticos (Triptofano, Fenilalanina e Tirosina) essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas. A inibição ocorre na via metabólica de redução do carbono fotossintético (No cloroplasto), onde o glifosate liga-se ao enzima EPSP-Sintase impedindo a enzima de reagir com seu substrato, consequentemente, bloqueando a síntese dos aminoácidos aromáticos.(Fig. 1).

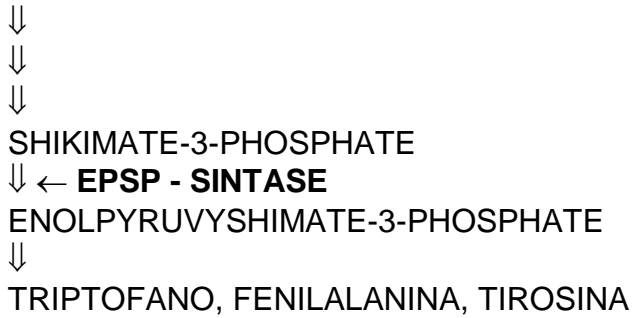


Figura 1: Rota metabólica da sínteses de aminoácidos aromáticos: triptofano, fenilalanina, tirosina.

A cultivar de milho transgênica resistente ao glifosate contém uma forma da enzima EPSP-Sintase que a permite sobreviver a aplicações de glifosate que são letais as cultivares de milho não transgênicas. O gene que codifica a enzima EPSP-Sintase que não é afetada pelo glifosate foi isolado da cepa CP4 de uma bactéria comumente encontrada no solo, chamada: *Agrobacterium tumefaciens*. A transgênia foi realizada através do processo de biolística, introduzindo o gene da enzima EPSP-Sintase da bactéria CP-4 em uma cultivar comercial de soja. Hoje, esse gene já foi repassado para milhares de variedades de soja através de técnicas utilizadas no melhoramento genético tradicional.

EPSP-Sintase é uma enzima presente em todas as plantas, bactérias e fungos. Os animais não a possuem, pois não sintetizam aminoácidos aromáticos. Pôr não possuírem a rota metabólica responsável pela sínteses de aminoácidos aromáticos, mamíferos, aves e peixes, constituem organismos para os quais o glifosate normalmente não apresenta toxicidade. A enzima EPSP-Sintase esta naturalmente presente em todos os alimentos derivados de plantas e microorganismos.

O milho tolerante ao glifosate vêm sendo largamente testado em condições de campo nas Américas. O resultado de centenas de experimentos mostram que o milho transgênico tolerante ao glifosate não difere significativamente de nenhuma outra cultivar convencional de milho no que diz respeito a características agronômicas, morfológicas e fisiológicas. Nenhum efeito negativo ao meio ambiente foi detectado.

A equivalência nutricional entre o milho transgênico resistente ao glifosate e o milho convencional foi exaustivamente testada em vários tipos de animais, sendo confirmada em todos experimentos.

Os principais motivos que levaram os agricultores a uma rápida e ampla adoção do milho tolerante ao glifosate são: menores custo de produção, maior flexibilidade no controle de ervas daninhas, maior produtividade, menor uso de coquetéis de herbicidas, e facilidade na adoção das técnicas de plantio direto.

Milho Transgênico no Brasil

Existe hoje uma série de projetos de pesquisa para obtenção e/ou testes de milho transgênicos no Brasil visando resistência a herbicidas, tolerância a insetos e fatores abióticos, maior valor nutricional e produção de fármacos. Todas essas pesquisas, para serem executadas precisam seguir as normas estabelecidas pela Legislação Brasileira de Biossegurança que criou em 1995 a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) que já editou desde 1996, vinte instruções normativas para regular a pesquisa sobre os organismos geneticamente modificados no Brasil. Em razão da polêmica gerada principalmente com plantio de plantas geneticamente modificadas, várias outras leis e decretos foram criados resultando num emaranhado de normas e regulamentos que praticamente paralisou a grande maioria dos projetos de pesquisa com milho e outras plantas transgênicas no Brasil. Em 2003 com o intuito de regulamentar o caos regulatório criado, o Governo enviou ao Congresso o Projeto de Lei 2401/2003, que após ter sido modificado foi aprovado na Câmara dos Deputados em fevereiro de 2004, estando no momento sendo analisado no Senado Federal. Embora o Projeto de Lei 2401/2003 venha solucionar vários problemas da atual Legislação, o mesmo ainda apresenta uma série de problemas que colocam em risco o futuro desta tecnologia no Brasil.

No momento o plantio comercial de milho transgênico no Brasil é proibido e liberações para trabalhos de pesquisa com plantio controlado no campo, estão praticamente paralisados .

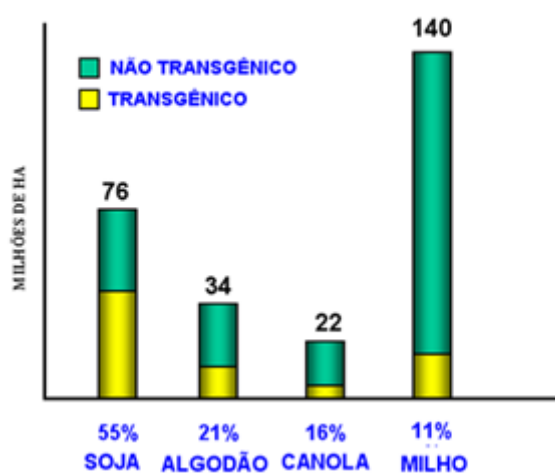
Conclusão

O Brasil possui centros de excelência em pesquisa biotecnológica com massa crítica altamente qualificada que reconhece o enorme potencial e importância estratégica da engenharia genética para o desenvolvimento econômico e social do país. No entanto, a discussão sobre riscos e benefícios dos transgênicos na agropecuária adquiriu no mundo e em particular no Brasil, uma conotação política e ideológica onde predomina a retórica e o desconhecimento, prejudicando a adoção de uma tecnologia, que com certeza terá papel essencial em qualquer ação que vise a médio e curto prazo promover segurança alimentar e ambiental para uma população terrestre que deverá atingir em 2050 a cifra de 10 bilhões de pessoas. As plantas transgênicas não podem ser vistas como plantas das multinacionais ou das direitas. Ironicamente, a não adoção destas tecnologias a curto prazo irá afetar primeiro os mais pobres e em segundo lugar o meio ambiente.

Tabela 1. Lista de eventos transgênicos de milho aprovados para comercialização, em pelo menos um país.

EVENTOS	COMPANHIA	CARACTERISTICA	GENE	
GA 21, MON 832, NK 605	Monsanto	Tolerância ao herbicida glifosato	EPSPS	
Mon 853	Monsanto	Resistência a inseto (coleoptero)	Cry3 Bt1	
676, 678, 680, M33, M36	Pioneer, Aventis	Esterilidade masculina + a resistência ao herbicida glufosinato de amônio	metlase, ribonuclease, PAT	
MON 802, 809	Monsanto, Pioneer	Tolerância ao glifosato e resistência a lepidoptero	Cry1Ab, EPSPS	
TC1507, 176, BT11, CBH351, BBT418	Mycogen, Syngenta, Aventis, Dekalb,	Tolerância ao herbicida glufosinato de amônia e resistência a lepidoptero	Cry1Ab, Cry1F, Cry9c, Cry1Ac + PPT	
B16, T14, T25	Aventis	Tolerância ao herbicida glufosinato de amônia	PPT	
80100, 810	Monsanto	Resistência a lepidoptero	Cry1 Ab	
TOTAL:	21	6	3	11

Figura 1. Adoção (%) dos principais cultivos transgênicos (Em milhões de hectares) em 2003. (Clive James, 2003)



 [TOPO](#)



XXV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 29/08 a 02/09 de 2004 - Cuiabá - Mato C