



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E**  
**MEDICINA VETERINÁRIA**

**Augusto Andrade Reis Mota**

**TRANSGENIA NO BRASIL: EVENTOS**  
**AUTORIZADOS E CULTIVARES REGISTRADAS**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO**

**Brasília – DF**

**2.º/2011**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E**  
**MEDICINA VETERINÁRIA**

**Augusto Andrade Reis Mota**

**Transgenia no Brasil: eventos autorizados  
e cultivares registradas**

*Monografia de Graduação em Agronomia  
apresentada à Faculdade de Agronomia e  
Medicina Veterinária da Universidade de  
Brasília, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.*

**Orientador: Everaldo Anastácio  
Pereira**

**2.º/2011**

**Universidade de Brasília – UnB**

**Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV**

**Transgenia no Brasil: eventos autorizados  
e cultivares registradas**

Augusto Andrade Reis Mota  
Matrícula 07/06639

Trabalho final de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

---

Orientador: EVERALDO ANASTÁCIO PEREIRA,  
Eng. Agr., Doutor em Genética (Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ)  
Professor da FAV – UnB

**APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:**

---

CARLOS ROBERTO SPEHAR,  
Eng. Agr., Doutor em Genética, Melhoramento e Nutrição de Plantas (University of Cambridge)  
Professor da FAV – UnB

---

IZABELA MENDES CARVALHO,  
Eng. Agr., Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes.  
Fiscal Federal Agropecuário do MAPA - Responsável pelo Registro Nacional de Cultivares - RNC.

---

CRISANGELA NAGATA,  
Eng. Agr.  
Fiscal Federal Agropecuário do MAPA – Funcionária do Registro Nacional de Cultivares – RNC.

Brasília, 9 de dezembro de 2011.

## FICHA CATALOGRÁFICA

MOTA, Augusto Andrade Reis

“TRANSGENIA NO BRASIL: EVENTOS AUTORIZADOS E CULTIVARES REGISTRADAS”. Orientação de Everaldo Anastácio Pereira, Brasília, 2011. 124 folhas.

Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2011.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MOTA, A. A. R. **Transgenia no Brasil: eventos autorizados e cultivares registradas.** Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília; 2011, 124 f. Monografia.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Augusto Andrade Reis Mota

TRANSGENIA NO BRASIL: EVENTOS AUTORIZADOS E CULTIVARES REGISTRADAS. Grau: Engenheiro Agrônomo Ano: 2011

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir, publicar vender ou emprestar cópias desta monografia exclusivamente para propósitos acadêmicos e científicos. Ficam reservados outros direitos de publicação para que nenhuma parte desta monografia seja reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Augusto Andrade Reis Mota

CPF: 020.864.641-85

CEP: 70878-100 - Brasília - DF

E-mail: [augustoagronomia@hotmail.com](mailto:augustoagronomia@hotmail.com)

*Dedico esta monografia aos meus pais,  
que tanto se esforçaram na criação de seus filhos,  
pelo carinho e dedicação.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço primeiramente à Deus, pois sem Ele nada seria possível.*

*À toda minha família, George, Rita, Alberto e Giovanna, por toda cooperação e ajuda durante a execução deste trabalho.*

*Ao professor Everaldo, pela sua orientação, paciência e entusiasmo apresentado para execução do trabalho.*

*Aos funcionários do Registro Nacional de Cultivares, Izabela, Virgínia, Carlos, Crisângela e Gabriel, por toda ajuda na obtenção de dados importantes para a execução do estudo.*

*À todos os professores da UnB, que tanto colaboraram para minha formação acadêmica.*

*À todos os funcionários da UnB, em especial os da FAV que sempre foram atenciosos e prestativos.*

*À minha namorada Camila, pelos anos de companheirismo e amor e por estar sempre do meu lado, me apoiando nas horas difíceis.*

*Aos meus amigos de infância, Henrique, Bernardo, Vitor, Rafael, Ricardo, Daniel, Dudu, por toda a amizade e apoio m todas as minhas decisões.*

*Aos meus amigos e colegas de curso, Adriene, Raíssa, Olívia, Mari, Lucas, Rodrigo Daniel, Carlos Roberto, Leandro, João, Edil, Franque, Jeronimo, Guilherme Firmino, Guilherme Rennó, Fabiano e Victor, pelos felizes anos de convivência.*

## ***RESUMO***

Neste trabalho foram descritos os eventos transgênicos autorizados no Brasil, destacando as características necessárias para sua diferenciação, abordando tópicos como a segurança ambiental e alimentar relacionadas ao seu uso. Foram feitas também considerações sobre a quantidade de cultivares registradas no Registro Nacional de Cultivares, da data de sua liberação comercial até o ano de 2011.

O primeiro capítulo aborda a evolução do melhoramento de plantas ao longo da história da agricultura. A importância desta abordagem deve-se ao fato da necessidade de conhecimentos dos fatores históricos que incentivaram a busca por novas técnicas de melhoramento. Os conhecimentos da evolução histórica e dos conceitos usados por essa ciência possibilitam melhor compreender do porquê e o momento do surgimento dos transgênicos.

A Biotecnologia, elemento fundamental para o desenvolvimento dos transgênicos é tratada no segundo capítulo. Sua definição e abordagem facilitam o entendimento de como as técnicas científicas são aplicadas nos programas de melhoramento moderno de plantas. Este fator é importante para pleno entendimento, evitando-se incoerências nas considerações que serão feitas sobre os Eventos Transgênicos.

No penúltimo e último capítulo são apresentados os resultados e discussões. Inicialmente são feitas considerações simplificadas sobre procedimentos de regulamentação envolvidos nos períodos que antecedem a comercialização de cultivares transgênicas no Brasil. E em seguida são apresentados, de maneira sucinta, todos os Eventos Transgênicos autorizados no país, mostrando a quantidade de cultivares registradas junto ao RNC, até o ano de 2011.

**Palavras-chave:** 1. melhoramento de plantas; 2. biotecnologia; 3. cultivares transgênicas; 4. eventos transgênicos

## **SUMÁRIO**

INTRODUÇÃO	10
1. HISTÓRICO DO MELHORAMENTO DE PLANTAS E DESENVOLVIMENTO DE NOVAS CULTIVARES	12
2. BIOTECNOLOGIA NO MELHORAMENTO DE PLANTAS E O SURGIMENTO DAS CULTIVARES TRANSGÊNICAS	23
3. METODOLOGIA	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO: ABORDAGEM SOBRE O REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES – RNC	34
5. EVENTOS TRANSGÊNICOS LIBERADOS COMERCIALMENTE NO BRASIL	45
5.1. EVENTOS TRANSGÊNICOS DE SOJA AUTORIZADOS NO BRASIL	47
5.1.1. Evento Transgênico: GTS 40-3-2	48
5.1.2. Evento Transgênico: BPS-CV127-9	50
5.1.3. Evento Transgênico: A2704-12	52
5.1.4. Evento Transgênico: A5547-127	53
5.1.5. Evento Transgênico: MON 87701 X MON 89788	54
5.2. EVENTOS TRANSGÊNICOS DE MILHO AUTORIZADOS NO BRASIL	56
5.2.1. Evento Transgênico: MON810	58
5.2.2. Evento Transgênico: T25	60
5.2.3. Evento Transgênico: BT 11	61
5.2.4. Evento Transgênico: GA21	62
5.2.5. Evento Transgênico: NK603	64
5.2.6. Evento Transgênico: TC1507	65
5.2.7. Evento Transgênico: BT11 X GA21	67
5.2.8. Evento Transgênico: MIR 162	68
5.2.9. Evento Transgênico: MON810 X NK603	69
5.2.10. Evento Transgênico: TC1507 X NK603	70
5.2.11. Evento Transgênico: MON89034	71
5.2.12. Evento Transgênico: BT11 X MIR162 X GA21	73
5.2.13. Evento Transgênico: MON89034 X NK603	74
5.2.14. Evento Transgênico: MON88017	75
5.2.15. Evento Transgênico: MON89034 X TC1507 X NK603	76
5.2.16. Evento Transgênico: TC1507 X MON810 X NK603	77

5.2.17. Evento Transgênico: TC1507 X MON810	78
5.2.18. Evento Transgênico: MON89034 × MON88017	79
<b>5.3. EVENTOS TRANSGÊNICOS DE ALGODÃO AUTORIZADOS NO BRASIL</b>	<b>81</b>
5.3.1. Evento Transgênico: MON531	83
5.3.2. Evento Transgênico: LLCOTTON25	84
5.3.3. Evento Transgênico: MON1445	85
5.3.4. Evento Transgênico: 281-24-236/3006-210-23	86
5.3.5. Evento Transgênico: MON15985	87
5.3.6. Evento Transgênico: MON531 X MON1445	88
5.3.7. Evento Transgênico: GHB614	89
5.3.8. Evento Transgênico: T304-40 x GHB119	89
5.3.9. Evento Transgênico: MON88913	90
<b>5.4. EVENTO TRANSGÊNICO DE FEIJÃO AUTORIZADO NO BRASIL</b>	<b>93</b>
5.4.1. Evento Transgênico: Embrapa 5.1	83
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>94</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>95</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>105</b>
Anexo 1. Formulários para Inscrição de Cultivares no Registro Nacional de Cultivares (Outras Espécies).	106
Anexo 2. Formulário para comunicação prévia de Ensaio de Valor de Cultivo e Uso.	109
Anexo 3. Diário Oficial da União – DOU, com extrato do Parecer Técnico nº 1255/2008 (Evento BT11)	110
Anexo 4. Requisitos mínimos para determinação de Valor de Cultivo e Uso do milho.	112
Anexo 5. Requisitos mínimos para determinação de Valor de Cultivo e Uso da soja.	115
Anexo 6. Requisitos mínimos para determinação de Valor de Cultivo e Uso do algodão.	118
Anexo 7. Requisitos mínimos para determinação de Valor de Cultivo e Uso do feijão.	120
Anexo 8. Tabela com os Eventos Transgênicos liberados comercialmente no Brasil até 2011 e data das liberações	123

## INTRODUÇÃO

O melhoramento de plantas surgiu paralelamente com a agricultura, uma vez que ao abandonar os hábitos de coletor e caçador e passar a domesticar plantas e animais usados na alimentação, o homem inconscientemente passou a melhorar as plantas através da seleção dos exemplares mais vistosos e produtivos. Inicialmente essa prática era empírica, caracterizando-se muito mais como um processo artístico do que científico. Com o passar do tempo e aumento da demanda por mais alimentos, as técnicas de melhoramento se desenvolveram em base científica.

O emprego de diferentes técnicas de melhoramento convencional possibilitou um enorme incremento na produtividade no século XX. Além da produtividade, outras características têm sido buscadas nos programas de melhoramento, porém muitas vezes limitadas e com resultados obtidos insatisfatórios. Na busca por soluções inovadoras, surgiram as técnicas baseadas na engenharia genética, que possibilitaram o rompimento das barreiras impostas, promovendo assim o surgimento das cultivares geneticamente modificadas.

Com o advento das cultivares geneticamente modificadas, apareceram as incertezas com relação à segurança do seu uso. Várias questões ambientais e relacionadas à saúde humana têm sido levantadas, uma vez que a transferência de genes entre indivíduos de espécies diferentes suscita questões éticas. Devido às dúvidas elucidadas, essa tecnologia passou e ainda passa por constantes avaliações que visam a obtenção de uma resposta definitiva às preocupações dos consumidores com a segurança desses produtos.

No Brasil, o uso de sementes transgênicas é uma realidade e, apesar de toda a polêmica envolvida, a adoção de cultivares transgênicas pelos agricultores é cada vez maior. A população, muitas vezes desinformada, fica em meio a discussões parciais entre mídia, comunidade científica, empresas detentoras das patentes desses eventos e ambientalistas, gerando mal-entendidos.

Os procedimentos de regulamentação envolvidos na autorização de um novo evento transgênico até o lançamento das sementes transgênicas no mercado são complexos e passam por diversos setores do poder público, mas toma-se como marco a aprovação comercial concedida pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio e o posterior registro

das cultivares derivadas desse evento junto ao Registro Nacional de Cultivares - RNC. No Brasil, atualmente estão autorizados 33 eventos transgênicos, distribuídos entre soja, milho, algodão e feijão. A maior parte da população não tem conhecimento da quantidade de eventos transgênicos aprovados, pois há maior destaque para apenas alguns deles. O destaque de alguns eventos é decorrente principalmente da maior utilização de cultivares derivadas dos mesmos.

A falta de destaque dos outros eventos é decorrente da baixa disponibilidade de informações. A informação às vezes é disponibilizada apenas em linguagem científica de difícil entendimento e em outras vezes em línguas estrangeiras, o que se torna um problema na medida em que a falta de informações gera dúvidas e questionamentos quanto às incertezas causadas pela adoção de cultivares transgênicas.

Diante da atual escassez de informações, torna-se justificável e necessário o estudo do universo dos transgênicos no Brasil, para que os avanços da agricultura contribuam para o progresso no desenvolvimento de métodos de cultivo.

Este trabalho objetiva descrever, de forma científica, em linguagem simples, todos os eventos transgênicos autorizados no Brasil até o ano de 2011, destacando principalmente os aspectos relacionados à saúde humana e animal, os aspectos ambientais, além de abordar os aspectos relacionados às características inseridas nas plantas geneticamente modificadas, como organismo doador, gene inserido e proteína expressa. Será relacionada a quantidade de cultivares transgênicas registradas no RNC em cada evento.

# CAPÍTULO 1

## HISTÓRICO DO MELHORAMENTO DE PLANTAS E DESENVOLVIMENTO DE NOVAS CULTIVARES

Antes do início da agricultura o ser humano vivia da caça, da pesca e da coleta de alimentos, tais como frutas, raízes e grãos. De vida nômade, não se fixava em um único lugar, era necessária a migração assim que os recursos explorados por ele se tornavam escassos e não dava mais suporte para sua sobrevivência.

As populações nômades coletoras não se importavam com a produção excedente de alimentos, suprida pelo ambiente em que vivia. Na escassez, causada, por exemplo, por aumento populacional bastava mudar para um local ainda não explorado.

A partir do momento que os grupos humanos já espalhados por diversas áreas do mundo, começaram a sentir as dificuldades causadas por esse estilo de vida, principalmente devido ao aumento populacional e também pelo fato de terem que buscar e explorar novas áreas cada vez com mais frequência, surgiu de acordo com a necessidade, a ideia de domesticar animais e algumas espécies de plantas comumente utilizadas.

Apesar de não se saber com exatidão “a transição da fase de coleta e caça para a agricultura ocorreu há cerca de dez mil anos. Naquela época iniciou-se a domesticação da maioria das espécies cultivadas, dando início às atividades agrícolas.” (BORÉM; MILACH, 1999).

Devido ao fato de existirem poucos documentos que relatem onde se iniciou as práticas agrícolas, acredita-se que tenha sido na Cisjordânia, na região de Jericó banhada pelo Mar Morto. Vários outros historiadores acreditam que a agricultura tenha seu berço na civilização egípcia, devido às ruínas de estruturas que pareciam ser usadas para armazenamento de grãos.

Segundo <sup>1</sup>Flannery (1973), citado por Borém; Milach (1999), a agricultura começou em vários locais, simultaneamente, promovendo mudança notável na maneira como o homem

---

<sup>1</sup> FLANNERY, K.V. *The origins of agriculture. Ann. Revolution of Anthropic*, v. 2, p. 271-310. 1973.

obtinha seu alimento. O extrativismo passou pouco a pouco a dar lugar à agricultura, transição hoje conhecida como Revolução Agrícola.

As mudanças causadas pela Revolução Agrícola foram muito marcantes, não só no modo como o homem obtinha alimento, mas em todos os aspectos de sua vida, alterando drasticamente seu cotidiano.

É comum o pensamento de que a vida do homem antes da Revolução Agrícola era mais difícil devido aos perigos da caça e as dificuldades de coletar os alimentos em ambiente selvagem. Muitos acham que após o surgimento da agricultura o homem passou a ter uma vida fácil e cheia de conforto. Tal pensamento é errôneo se pensarmos que a agricultura é uma atividade que está sujeita a vários riscos naturais, como enchentes, secas, ataque de pragas e doenças.

Devido aos riscos presentes na prática agrícola, surgiram ainda outros problemas, entre os quais, os frequentes conflitos entre os povoados, que eram justificados pela incerteza do sucesso da colheita, já que a agricultura era tão primitiva que se tornava frágil diante de tantas variáveis necessárias para seu sucesso.

Outro resultado da Revolução Agrícola e sem dúvida o mais importante foi o rápido crescimento populacional, uma vez que tal crescimento era de certa forma controlado pela dificuldade de se obter alimento em grande quantidade e pela dificuldade de locomoção de mulheres grávidas e de crianças para novas áreas. Além disso, o consumo era moderado, pois os caçadores e coletores sabiam que não podiam dizimar completamente suas fontes de alimentos e já compreendiam que se fizessem isso iriam prejudicar a reprodução das espécies exploradas e assim sua reposição natural. Há ainda outros inúmeros impactos causados pela emergência da agricultura e alguns são descritos no trecho abaixo:

Estimativas sugerem que na pré-história seriam necessários 250 ha de terra para alimentar um homem por ano. Atualmente essa relação é de 1 ha por pessoa por ano. A agricultura também modificou a estratificação social, formando a classe dos proprietários de terra. Finalmente, aumentou o impacto do homem sobre a natureza, pela substituição dos ecossistemas naturais pela produção agrícola. (BORÉM, MILACH, 1999).

Atualmente o impacto causado pela agricultura que mais vem sendo discutido é o impacto do homem sobre a natureza, já que a substituição dos ecossistemas naturais pela

produção agrícola tem sido enorme. Isto principalmente quando não se tinha uma noção da importância da manutenção dos ambientes naturais. Com isso a agricultura vem tomando novos rumos e buscando sempre maior eficiência e menor impacto.

Segundo <sup>2</sup>Paterniani (2006) *apud* Teixeira (2008) a agricultura atingiu níveis de eficiência surpreendentes desde sua invenção, comparações das áreas necessária, feitas entre caça e agricultura mostram que: enquanto a caça exigia 2.500 ha para alimentar uma pessoa, uma agricultura com tecnologia moderna consegue em 250 ha alimentar 4.000 pessoas.

Devido aos problemas, causados principalmente pela escassez de alimentos, que surgiram paralelamente à Revolução Agrícola, o homem começou a buscar soluções. A primeira foi o aumento da área cultivada. Mas, após um curto período, percebeu-se que esse aumento de área resultava em mais trabalho e que somente essa medida não era suficiente para garantir um suprimento adequado de alimento.

Há diversas soluções para aumentar a eficiência da agricultura, fazendo assim com que haja aumento da produtividade como descrito no trecho abaixo:

Uma forma de aumentar a produtividade é através da melhoria do ambiente de produção. A melhoria do ambiente de produção é conseguida com: adubação adequada, bom preparo do solo, controle eficiente de ervas daninhas, pragas e doenças, irrigação, entre outros manejos. Em geral, a melhoria do meio ambiente significa aumento no custo de produção e em muitos casos pode causar poluição ambiental. (BESPALHOK *et al.*, 2010).

Como mostrado no trecho supracitado, a melhoria do meio ambiente consiste numa forma muito onerosa de buscar aumento de produtividade e devido a isso se buscou uma saída mais simples e que representasse menos custos e maior eficiência.

Nessa busca pelo aumento de produtividade e da qualidade dos alimentos o homem dá início ao processo de melhoramento de plantas. Esse processo ocorre através de observações da natureza e da percepção que algumas plantas de uma mesma espécie possuíam características diferentes das outras e que tais características poderiam passar para gerações

---

<sup>2</sup> PATERNIANI, E. **Técnicas de manipulação genética em plantas: Uma análise crítica**. Genética na Escola. Revista semestral publicada pela SBG (Sociedade Brasileira de Genética). v.1. p.25-29. 2006. Disponível em: <http://www.sbg.org.br/geneticaEscola/TrabalhoRecebido/Diagramado/vol01/TECNICASDEMANIPULACAOGENETICAEMPLANTAS.pdf>. Acessado em 20 de jun. 2007.

seguintes.

<sup>3</sup>Castro *et al.* (2005) citados por Teixeira (2008) argumentam que o melhoramento genético se iniciou com a própria invenção da agricultura há cerca de 10 mil anos, que foi em grande parte baseada na domesticação de plantas e animais e na gradual adaptação de modelos e processos de produção.

Inicialmente essa domesticação de animais e plantas era conduzida de maneira totalmente desorganizada, mas após um período curto de tempo o homem já começou a se organizar e a buscar cada vez mais indivíduos que apresentem características desejadas. Obviamente essa busca inicial não era muito criteriosa, ou seja, não seguia padrões pré-estabelecidos, mas características importantes começaram a ser identificadas e selecionadas, conforme apresentado pelo seguinte trecho:

Com o tempo e a necessidade, o homem começou a coletar e a plantar espécies vegetais a partir da identificação e da seleção de indivíduos mais saborosos, saudáveis, produtivos, resistentes, úteis e que apresentassem uniformidade de dormência e de tempo de maturação de semente, procedendo-se à domesticação dessas espécies. Durante esse processo, grande parte das espécies úteis com características agrônômicas reproduzíveis, maior uniformidade e produtividade foram domesticadas de forma empírica (<sup>4</sup>ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 1993 apud EMBRAPA CERRADOS, 2009)

O melhoramento genético vegetal, se iniciou após o homem constatar que haviam estruturas responsáveis pela reprodução, que através de sua manipulação era possível obter outro indivíduo semelhante morfológicamente ao original. Com isso o ser humano começou a buscar e a selecionar as plantas que apresentassem características de interesse, principalmente produtividade.

A maneira mais econômica e sustentável de se aumentar a oferta de alimentos é através da obtenção de cultivares com maior potencial de produtivo e é neste ponto que o

---

<sup>3</sup> CASTRO, A.M.G *et al.* **O futuro do melhoramento genético no Brasil: impactos da biotecnologias e das leis de proteção de conhecimento.** EMBRAPA, 2005.

<sup>4</sup> ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Safety evaluation of goods produced by modern biotechnology: concepts and principles.** Paris, 1993. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/57/3/1946129.pdf>>

melhoramento de plantas atua. (BESPALHOK, 2010).

O melhoramento vegetal no início era primitivo e consistia basicamente na seleção de plantas que possuíssem características quantitativas e que principalmente possibilitassem um incremento na produtividade. Para isso muitas características eram observadas, como o tamanho da planta e de seu fruto, o vigor de suas sementes, a capacidade de produção e a resistência a distúrbios climáticos.

De acordo com Poehlman (1965), um importante melhorista americano, “o melhoramento de plantas é a arte e a ciência de melhorar geneticamente plantas para o benefício da humanidade e depende da habilidade do melhorista de observar diferenças nas plantas que podem ter importância econômica”.

Inicialmente os melhoristas não possuíam conhecimentos científicos, baseavam-se apenas em aspectos visuais, portanto pode-se dizer que eram artistas. Mas com o passar do tempo, com o incremento de novas técnicas e estudos acerca do assunto é que o melhoramento começou a ser considerado uma ciência.

Para muitos historiadores o melhoramento de plantas se tornou ciência apenas após a descoberta feita por Cameranius no final do século XVII de que as plantas possuem sexo, sugerindo a hibridação como método para obter novas cultivares.

Outro grande contribuidor do melhoramento foi Gregor Mendel (1866), que formulou as leis da hereditariedade. As leis de Mendel foram redescobertas independentemente por Correns (Alemanha) e DeVries (Holanda) e Von Tschermak (Austria) em 1900. (BESPALHOK, 2010).

A base do que hoje se constitui na ciência genética foi desenhada a partir dos estudos de Mendel, onde se estabelece pela primeira vez um conhecimento científico sistematizado sobre os fundamentos da variabilidade fenotípica em plantas, a partir das suas características genéticas. (<sup>5</sup>UZUNIAN e BIRNER, 2002 *apud* CHRISTOFFOLI, 2009).

O desenvolvimento da ciência do melhoramento genético vegetal segue uma linha cronológica, que é descrita abaixo por <sup>6</sup>Borém (1998), citado por Borém (1999):

Antes de tudo houve a redescoberta das leis de Mendel, no início do século. Por volta de 1910 aconteceu a descoberta da heterose. A década de 20 foi marcada pelo desenvolvimento dos métodos clássicos de

---

<sup>5</sup> UZUNIAN; BIRNER. **Biologia** 3. Harbra: São Paulo. 2002.

<sup>6</sup> BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 22 edição, Viçosa: Editora UFV, 453 p. 1998.

melhoramento. Na década de 30 a euforia foi em função da descoberta da mutagênese e da utilização dos métodos estatísticos. Na década seguinte, de 40, ocorreram os grandes avanços na genética quantitativa. Na década de 50 a fisiologia, na de 60 a bioquímica, na de 70, a cultura de tecidos e na de 80 a biologia molecular.

No ano de 1910, como descrito acima, aconteceu a descoberta da heterose que “é o aumento do vigor, da altura de planta, do conteúdo de carboidratos, da produtividade e da intensidade de fenômenos fisiológicos entre indivíduos contrastantes” (FEHR,1987).

A heterose começou a ser estudada por Koelreuter (1761-1766), que observou em experimento com cruzamento de tabaco que os híbridos  $F_1$  possuíam mais vigor e que tais híbridos recebiam as características dos pais. Após os experimentos de Koelreuter, Mendel e Darwin em experimentos realizados com cruzamentos, também perceberam que as plantas eram maiores do que as plantas oriundas de autofecundação. A heterose só passou a ter importância no melhoramento genético vegetal após os estudos de George Shull (1908), pois foi o primeiro a sugerir como a heterose poderia ser usada para desenvolver novas cultivares, interpretando que a heterose é o oposto da depressão por endogamia.

No começo do século XX, Edward M. East e Shull, ambos americanos, começaram experimentos de autofecundação em milho que levariam à obtenção do milho híbrido. Em 1918, Donald Jones propôs o híbrido duplo para cultivares comerciais, o que popularizou o milho híbrido. (BESPALHOK, 2010).

O hibridismo também foi responsável pela formação do modelo atual do mercado de sementes, conforme indicado pelo trecho abaixo:

O pleno domínio de sua importância e a aplicação do princípio natural do hibridismo como método de melhoramento foi um importante impulsionador para que se constituísse e consolidasse a moderna indústria de sementes, uma vez que se optou por um sistema que automaticamente induzia à compra anual de sementes pelos agricultores que quisessem acessar sementes híbridas altamente produtivas. (CHRISTOFFOLI, 2009).

Na década de 1920, o desenvolvimento do melhoramento genético vegetal estava apoiado em técnicas que tradicionalmente são definidas por:

Melhoramento em que os genes de interesse são fornecidos por espécies ancestrais e a recombinação de genes é atingida através do acasalamento de toda a planta, ou seja, por meio de cruzamentos sexuais entre plantas da mesma espécie e, ocasionalmente, entre espécies do mesmo gênero e, raramente, entre plantas de gêneros afins (TEIXEIRA, 2008).

Essas técnicas de melhoramento convencional podem possuir limitações quando se busca expressão de uma característica em especial, mas sem dúvida tem sido uma das técnicas mais utilizadas para o desenvolvimento de novas cultivares e ainda é fundamental em basicamente todos os programas de melhoramento, principalmente aqueles que não contam com muita tecnologia ou ainda programas que envolvem espécies ainda pouco exploradas. Segundo Paterniani (2006) praticamente todo o progresso genético voltado para produtividade se originou dos métodos clássicos de melhoramento, assim como também outros atributos quantitativos.

Os métodos clássicos de melhoramento que são os métodos que se baseiam na reprodução sexual, mais usados para melhoramento de plantas alógamas, são listados abaixo por Paterniani (2006) citado por Teixeira (2008):

- Seleção massal: seleção com base no fenótipo. Método simples, praticado para fins de melhoramento sem avaliar a descendência da população selecionada;
- Hibridação: cruzamento, processo de obtenção de híbridos por polinização cruzada em plantas;
- Heterose: acréscimo de vigor e a uniformidade fenotípica — para otimizar a produção, a qualidade, o tempo de maturação, etc;
- Retrocruzamento: cruzamento de um indivíduo com um de seus genitores. A descendência deste cruzamento é dita geração ou progênie de retrocruzamento.

Já na década de 1930, ocorre o descobrimento da mutagenese, uma técnica de

melhoramento genético vegetal que ao contrario dos métodos clássicos, não possui reprodução sexual. Na mutagênese ocorre “indução de alterações herdáveis na constituição genética de uma célula, modificando assim seu DNA” (TEIXEIRA, 2008).

Resumidamente a mutagênese é a indução artificial de mutações. A aploidia, descoberta por Muller (1927) somada com a mutagênese, descoberta por Stadler (1930) são consideradas técnicas antigas de melhoramento que não necessitam de reprodução sexual.

Há ainda outras técnicas de melhoramento sem reprodução sexual listadas de forma genérica por Pterniani (2006):

- Ploidia – Alterações no número de cromossomos;
- Transgênese – Transferência solada de genes exógenos, podendo ser de espécies diferentes;
- Mutagênese – Indução artificial de mutações;
- Variação somaclonal – Reprodução de indivíduos a partir de células somáticas;
- Hibridação somática – Fusão de protoplastos;
- Cíbridos – Citoplasma e organelas da espécie A e núcleo da espécie B;
- Transplastomia – Transferência de plastídeos exógenos;

Dentre todas essas técnicas citadas, atualmente apenas a transgênese e a mutagênese ainda vem sendo usadas nos processos de melhoramento genético vegetal em escala comercial. O desuso das outras técnicas se deve ao fato das mesmas não apresentarem resultados satisfatórios.

Na década de 40 os maiores avanços na área do melhoramento genético vegetal foram no campo da genética quantitativa, que pode ser definida da seguinte maneira:

Estudos da herança de caracteres quantitativos utilizando técnicas clássicas e moleculares. Estudos da eficiência de métodos de seleção recorrente intra e interpopulacional e de obtenção de cultivares em espécies autógamias, alógamas e de propagação assexuada. (TEIXEIRA, 2008)

A genética quantitativa foi responsável pelos imensos progressos obtidos na produtividade, dentre outras características. Segundo Paterniani (2006), todos os progressos obtidos na genética quantitativa foram obtidos por métodos convencionais de melhoramento vegetal.

Na segunda metade do século XX, principalmente nas décadas de 50, 60 e 70, o foco dos estudos relacionados ao melhoramento genético vegetal era a aprimoração das técnicas já utilizadas, incrementando as mesmas visando uma diminuição do tempo necessário para obtenção de novas cultivares.

Na década de 50 podemos destacar os estudos da fisiologia que buscavam determinar a exata função do gene nos processos fisiológicos das plantas. Cordeiro (2003) lembra que durante a década de 50 a identificação e descrição do DNA como molécula que possui a informação genética dos organismos vivos possibilitou o entendimento de como as informações genéticas eram passadas de geração em geração, possibilitando assim outras importantes descobertas como a descrição do RNA mensageiro como portador da mensagem contida no DNA.

Ainda segundo Cordeiro (2003) os estudos bioquímicos realizados por Chargaff para determinar a constituição dos ácidos nucléicos e estudos sobre difração de Raio-X realizados pelo grupo de Wilks foram de fundamental importância para que Watson & Crick em 1953 deduzissem a estrutura do DNA em hélice.

Os estudos da bioquímica continuaram contribuindo com o avanço das técnicas de melhoramento genético no decorrer da década de 60, pode-se dizer que tais estudos possibilitaram o surgimento da biotecnologia moderna.

A biotecnologia moderna é composta por várias tecnologias e dentre elas podemos destacar a cultura de tecidos, técnica desenvolvida e aplicada a partir da década de 70, que consiste na regeneração de uma planta a partir das informações presentes na sua célula. A cultura de tecidos contribuiu com a possibilidade de obtenção de cultivares transgênicas, já que “torna-se necessário regenerar a planta a partir da célula que foi geneticamente modificada, o que pode ser feito por cultura de tecidos.”(TEIXEIRA, 2008).

A cultura de tecidos é empregada de várias maneiras em um programa de melhoramento, se tornando importante pois é usada em uma ou várias etapas do melhoramento que envolve transgenia. Torres *et al.* (1998) destacam que a cultura de tecidos é uma técnica que oferece novas alternativas aos programas de melhoramento em suas diferentes fases oferecendo muitas vezes soluções únicas. A cultura de tecidos possui ainda

várias outras aplicações práticas no melhoramento genético vegetal, sendo usada como simples técnica de micropropagação, até hibridações interespecíficas, via fusão de protoplastos.

No Brasil, o pioneiro dos trabalhos sobre cultura de tecidos foi o Dr. Agesilau Bitancourt, do Instituto Biológico de São Paulo, na década de 50. (TORRES *et al.*, 1998)

A Biologia Molecular, no campo do melhoramento genético vegetal foi a tecnologia mais marcante dos anos 80. A técnica representa ainda uma das principais ferramentas responsáveis pelo rápido desenvolvimento de novas técnicas de melhoramento genético vegetal:

O grande avanço alcançado pela Biologia Molecular e Celular nos últimos anos tem permitido o desenvolvimento de novas alternativas que, se integradas ao melhoramento tradicional, podem gerar novos instrumentos auxiliares ao melhoramento genético e aumentar o conhecimento de mecanismos genéticos básicos, ainda pouco compreendidos, possibilitando maior rapidez nas descobertas e resultados, pela aplicação do melhoramento genético, o que transforma o modelo de produção agrícola. (TEIXEIRA, 2008).

Um exemplo do uso prático da técnica é que através de experimentos realizados pelos cientistas americanos Herbert Boyer, Paul Berg e Stanley Cohen, “usando compostos químicos chamados de enzimas de restrição, capazes de cortar como uma tesoura o DNA e transportar o gene de um organismo para outro, foi desenvolvido o primeiro experimento de DNA recombinante.”(TEIXEIRA, 2008)

Serafini *et al.*(2001), nos levam a compreender que a Biologia Molecular somada com as técnicas que foram sendo acumuladas na área de genética representam a tecnologia da Engenharia Genética ou DNA recombinante.

A Engenharia Genética pode ser definida como “um conjunto de técnicas de análises moleculares que permitem estudos de caracterização, expressão e modificação do material genético (DNA e RNA) dos seres vivos” (CORDEIRO, 2003).

Através da Engenharia Genética, o gene que possui as informações para síntese de uma proteína pode ser transferido para um outro organismo, reagindo da mesma maneira que reagia no organismo originário. Graças a engenharia genética, se tornou possível a obtenção

de novas cultivares que possuem características impossíveis ou muito difíceis de obter através de melhoramento genético convencional.

As cultivares obtidas através da tecnologia de engenharia genética, por meio de DNA recombinante são caracterizadas como cultivares transgênicas (Cordeiro, 2003). O uso de biotecnologia e a aplicação das técnicas de transgenia para obtenção de novas cultivares será tema do próximo capítulo deste trabalho.

## **CAPÍTULO 2**

### **BIOTECNOLOGIA NO MELHORAMENTO DE PLANTAS E O SURGIMENTO DAS CULTIVARES TRANSGÊNICAS**

A Biotecnologia, conceitualmente, pode ser definida como a união da biologia com a tecnologia. A biotecnologia é “o conjunto de técnicas que utiliza os seres vivos no desenvolvimento de processos e produtos que tenham uma função econômica e (ou) social” (EMBRAPA CERRADOS, 2009).

Apesar de ser considerado um termo novo, a biotecnologia há muito tempo vem sendo utilizada e para se ter ideia, a fermentação de pães e a fabricação de vinhos podem ser considerados processos biotecnológicos, já que envolvem seres vivos no processo de produção.

Outras técnicas relacionadas à biotecnologia são listadas abaixo pela EMBRAPA CERRADOS (2009):

- As fermentações industriais na produção de cervejas, queijos e vinagres;
- A produção de fármacos, vacinas, antibióticos e vitaminas;
- A utilização de biocidas no controle biológico de pragas e doenças;
- O uso de microrganismos visando à biodegradação de lixo e do esgoto;
- O uso de bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízico para a melhoria de produtividade das plantas;
- O desenvolvimento de plantas e animais melhorados por meio de técnicas convencionais de melhoramento genético e também a transformação genética.

Dentre as técnicas citadas, o desenvolvimento de plantas melhoradas por meio da

transformação genética será o principal ponto de estudo deste capítulo.

A maior parte das cultivares convencionais modernas foram obtidas através da transferência de genes dentro de uma mesma espécie ou entre espécies compatíveis, através de processos de melhoramento convencionais envolvendo reprodução sexual, como a hibridação e posterior seleção. Porém esse método pode possuir muitas limitações, principalmente devido à falta de variabilidade genética presente em algumas espécies, o que faz com que o melhorista não consiga desenvolver cultivares com todas as características desejadas.

Outra limitação do melhoramento convencional citada por Machado (2004) é a necessidade de compatibilidade sexual entre a espécie que se pretende melhorar e a espécie doadora do gene que controla o caráter de interesse.

Com os avanços obtidos na técnica de DNA recombinante e nos métodos de transformação genética de plantas, tornou-se possível introduzir no genoma de um determinado organismo genes de organismos filogeneticamente distantes, ampliando o “pool” gênico da espécie a ser melhorada, ultrapassando os limites impostos pela incompatibilidade sexual.<sup>7</sup>(MODA-CIRINO, 2001 *apud* MACHADO, 2004)

A transformação genética como mostrado pelo trecho acima amplia consideravelmente a disponibilidade de genes desejáveis e com isso pode vir a diminuir o tempo necessário para obtenção de cultivares que possuem as características desejadas.

De acordo com Balsamo (2007), depois de um período de maturação científica, todos, pesquisadores, empresários e governo, começam a querer participar do sonho de transformar a natureza sob forma de novos produtos, bens e serviços de origem vegetal. Setores importantes da economia como a indústria alimentícia, a veterinária, médico/farmacêutica, a agropecuária, já são usuários de inovações biotecnológicas. (CREMONEZI, 2009)

Ao organismo que têm inserido em seu genoma, uma sequência de DNA manipulado em laboratório por técnicas moleculares ou biotecnológicas, damos o nome de Transgênico ou Organismo Geneticamente Modificado – OGM.

As plantas, animais e microrganismos transgênicos possibilitam tanto: (I) estudar

---

<sup>7</sup> MODA-CIRINO, V. **Mini Curso sobre Biossegurança**. In: anais I Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas. Goiânia. 2001

questões biológicas fundamentais em nível molecular como também (II) materializar aplicações da biologia celular e molecular, como por exemplo o controle biológico através de endotoxinas modificadas ou a produção de vacinas comestíveis (Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal UFSC, s. d.).

As técnicas do DNA recombinante têm gerado diversos resultados de sucesso em organismos procariotos para produção de medicamentos. O maior sucesso da engenharia genética foi a síntese de insulina humana por bactérias. (<sup>8</sup>VILLA-KOMARAFF, 1980, *apud* BORÉM,1997).

Segundo Machado (2004) a primeira planta transgênica foi obtida em 1983 e após essa data é crescente o número de pesquisas direcionadas para essa tecnologia, tanto em setores privados, como em setores públicos.

Em 1995, a empresa americana Calgene Co. localizada em Davis, Califórnia, lançou nos Estados Unidos, a primeira variedade comercial produzida com técnicas de DNA recombinante. A variedade de tomate “Flavr Savr” foi desenvolvida com a introdução de dois genes: um que comanda a expressão da enzima responsável pela quebra das celulases, impedindo assim o amolecimento prematuro dos frutos e outro que confere a resistência a canamicina, um antibiótico. Esse segundo foi usado apenas com a função de marcador molecular para a seleção dos tipos transformados.

As pesquisas com transgênicos além de estudarem as novas possibilidades de obtenção produtos com características diferenciadas, também estudam os possíveis impactos apresentados pela transgenia. Desde o surgimento da transgenia, mas principalmente após sua aplicação na agricultura, uma grande discussão vem sendo feita a respeito do seu uso, uma vez que pouco se sabe a respeito dos seus possíveis impactos negativos no meio ambiente e na saúde humana. Muitos grupos, principalmente de ambientalistas, acreditam que ainda não há informações concretas e confiáveis sobre a segurança de se produzir e consumir alimentos transgênicos.

Desde 1996, a comunidade científica e os ambientalistas, vêm travando uma verdadeira guerra acerca dos organismos geneticamente modificados. Alguns estudos já apontam riscos na transgenia de alimentos, outros afirmam não haver nenhum risco e ainda apontam como solução mais viável e rápida para uma tentativa de se acabar com a fome no mundo. (SANTOS, 2004)

---

<sup>8</sup> VILLA-KOMARAFF, 1980, *apud* BORÉM,1997

Segundo o INMETRO (2002) o debate acerca dos transgênicos acontece, pois além da possibilidade de causar riscos à saúde humana, o uso dos transgênicos suscita questões econômicas, sociais e principalmente éticas. Essa nova tecnologia deve ser avaliada para trazer uma verdadeira melhoria nos métodos de produção de alimentos e também para responder às preocupações da sociedade quanto à segurança desses produtos geneticamente modificados (GM's). (CREMONEZI, 2009).

Devido a todas essas questões, o processo completo para obtenção de uma planta transgênica leva de cinco a sete anos e envolve equipes que trabalham paralelamente com o desenvolvimento do evento/cultivar em si, equipes essas que lidam com aspectos da propriedade intelectual, marketing, segurança alimentar e segurança ambiental .

O desenvolvimento de uma planta transgênica, desde a manipulação dos genes, até chegar ao mercado envolve genericamente segundo <sup>9</sup>EMBRAPA SOJA (2006), citado por Balsamo (2007) as seguintes etapas:

- Identificação e caracterização do gene de interesse (característica desejada);
- Introdução do gene na planta a ser transformada; obtenção do evento-elite (planta transgênica expressando a característica gene no nível desejado);
- Introdução do evento elite no programa de melhoramento;
- Testes experimentais de biossegurança;
- Produção de sementes;
- Lançamento das sementes no mercado.

Para que um transgênico possa ser comercializado, após todo o processo de desenvolvimento, são realizados vários e rigorosos testes. Nesses são avaliados os riscos a saúde e ao ambiente, feitos inicialmente em laboratórios e em seguida em casas de vegetação, somente como última etapa de avaliação os testes são realizados no campo. Segundo

---

<sup>9</sup> EMBRAPA SOJA, **Sistemas de produção 11, Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil**. Londrina. 2006.

Cremonesi (2009), métodos científicos devem ser utilizados na detecção dos efeitos ambientais, alimentares, econômicos e sociais dos OGM, já que são organismos com potencial para causar impacto antes mesmo que sejam realizados testes de campo.

Vale lembrar que apesar dos testes se basearem em um modelo de avaliação, adaptações devem ser feitas para diferentes transgênicos, pois há diversas especificidades que devem ser levadas em consideração. O período de desenvolvimento dos transgênicos também é controlado e “todas as etapas para obtenção de transgênicos são regulamentadas pela lei”. (EMBRAPA CERRADOS, 2009).

A justificativa para a necessidade de regulamentação das etapas de obtenção e para o rigor dos testes feitos para autorização da comercialização é apresentada no trecho abaixo:

De modo geral, os riscos vão desde a fase laboratorial até o destinatário final do produto, passando por danos ao ecossistema. Entre os principais cuidados, podem-se citar o fluxo gênico, a segurança alimentar, a criação de novas pragas e plantas daninhas, a produção de substâncias tóxicas a organismos não-alvo, as perturbações de comunidades bióticas, os efeitos adversos a processos dos ecossistemas. (EMBRAPA CERRADOS, 2009).

A obtenção dos transgênicos pode ser dividida basicamente em duas principais técnicas baseadas no procedimento para transferência de genes: a técnica de transferência indireta ou infecção por *Agrobacterium tumefaciens* ou *A. rhizogenes*. e a técnica baseada em transformação direta de genomas, destacando-se a biobalística (ou bombardeamento) e a eletroporação de Protoplastos.

No processo de transferência indireta de genes são usadas bactérias como *Agrobacterium tumefaciens* e *Agrobacterium rhizogenes*, que são bactérias de solo que possuem a capacidade de transferir fragmentos de DNA para as plantas, provocando alterações genéticas permanentes nas plantas infectadas. As plantas ao sofrerem transferência do DNA dessas bactérias são induzidas a sintetizar proteínas úteis para o desenvolvimento das mesmas, causando a doença comumente conhecida como galha de coroa.

Após perceberem isso, cientistas, através de técnicas de Engenharia genética alteraram o DNA das bactérias para que fossem “transferidos” genes de interesse para as plantas e não mais os genes causadores da doença. Portanto, a bactéria serve como um vetor biológico para

transformação e somente os genes com características de interesse agrônômico são transferidos para a célula vegetal.

O método é bastante eficiente, entretanto, esta bactéria não consegue infectar um grande número de espécies vegetais, o que limita bastante seu uso, como no caso das monocotiledôneas em geral. (LFDGV – UFSC, s. d.).

A técnica de transferência direta de genes se baseia na penetração da parede celular pelo rompimento da parede celular e também da membrana plasmática através de métodos químicos e físicos. Numerosos sistemas de transformação direta já foram descritos, entre eles, a eletroporação de protoplastos e bombardeamento ou biobalística (EMBRAPA CERRADOS, 2009; CHRISTOFFOLI, 2009).

A eletroporação de protoplastos utiliza-se da aplicação de campo elétrico de alta voltagem por curtos períodos, às células a serem modificadas, protoplastos, são células de plantas ou de fungos da qual a parede celular foi removida por meio da ação enzimática. Uma solução contendo várias cópias do DNA de interesse e os protoplastos a serem modificadas é exposta a um campo elétrico capaz de permeabilizar, reversivelmente, a membrana plasmática da célula, permitindo a entrada do DNA de interesse a ser incorporado ao genoma dessa célula (<sup>10</sup>GUERRANTE, 2003 *apud* CHRISTOFFOLI, 2009).

A técnica denominada de bombardeamento de micropartículas ou biobalística foi desenvolvida na Universidade de Cornell e “foi designada de biobalística em razão da alta velocidade imprimida aos microscópios projeteis revestidos com DNA que eram “atirados” a células vivas” (<sup>11</sup>SANFORD, 1992 *apud* BORÉM, 1997). Os microprojéteis de ouro ou tungstênio disparados a uma velocidade superior a 1500 Km/h “penetram a célula vegetal de forma não letal e depois liberam o DNA pela ação do citoplasma celular, ocorrendo o processo de integração do gene exógeno no genoma do organismo a ser modificado” (<sup>11</sup>GUERRANTE, 2003 *apud* CHRISTOFFOLI, 2009).

Os genes inseridos nas plantas garantem a elas várias características de interesse, geralmente as características mais exploradas e até então consideradas mais importantes, principalmente nas chamadas Grandes Culturas que são: tolerância a herbicidas; resistência a insetos; resistência a vírus; e por último as combinações possíveis entre duas ou mais características, como por exemplo a resistência e insetos e a tolerância a herbicidas. Outros genes que também têm recebido maior atenção são os “genes que bloqueiam a expressão

---

<sup>10</sup> GUERRANTE, R. S. **Transgênicos. Uma visão estratégica.** Rio de Janeiro: Interciência. 2003.

<sup>11</sup> SANFORD, 1992 *apud* BORÉM, 1997, pag. 422.

daqueles indesejáveis” (BORÉM, 1997).

Basicamente, a primeira geração de plantas transgênicas está relacionada à melhoria de características agronômicas, ou seja, resistência a insetos e doenças, e tolerância a herbicidas. (MACHADO, 2004)

A economia feita com a diminuição da necessidade do uso de inseticidas e herbicidas e o conseqüente incremento na produtividade é o resultado que mais agrada os produtores e o maior estímulo até então para o uso de cultivares transgênicas. A eficácia das plantas transgênicas em aumentar a produção e diminuir os custos tem sido demonstrada nos casos de plantas tolerantes a herbicidas e resistentes a vírus e insetos, que fazem com que o aumento na produção seja na ordem de 5% a 10% e a economia com inseticidas e herbicidas chegam a superar os 40% (HERRERA-ESTRELA, 1999).

Ainda a respeito dos benefícios das plantas transgênicas, Abramson (2000) nos leva a compreender que além da redução no uso dos agroquímicos, também se vê redução da área de cultivo, o que resulta em menor consumo de combustível e água. O uso de transgênicos também promove uma redução da necessidade de aragem, e conseqüentemente diminui o risco de erosão.

Recentemente as pesquisas com plantas transgênicas estão se voltando para obtenção de cultivares que apresentem características qualitativas, de interesse direto para o consumidor, como por exemplo, incremento de sabor, cor mais atrativa, maior qualidade nutricional, maior tempo de prateleira e alimentos livres de alérgenos. Outros benefícios que estão sendo avaliados são a resistência à seca e condições climáticas extremas, utilização para plantas usadas na obtenção de produtos farmacêuticos e terapêuticos e fonte alternativa para produtos petroquímicos.

Machado (2004) nos leva a compreender que a transgenia pode promover o desenvolvimento de alimentos e outros produtos de melhor qualidade, pois possibilita ao incremento na qualidade de diferentes óleos, aumento nos níveis de proteínas, aminoácidos, vitaminas e nutrientes. Todas essas características são obtidas através do sequenciamento de genes que possibilitam a manipulação dos processos metabólicos.

Algumas das pesquisas com transgênicos estão sendo direcionadas para a adição de genes que conferem características com pouco valor comercial, mas com um grande valor social. O arroz (*Oryza sativa* L.) constitui a principal fonte de alimento para mais de dois bilhões de pessoas e

não contém beta caroteno no endosperma das sementes, que é um precursor da vitamina A. Com o suporte da Fundação Rockefeller a engenharia genética foi utilizada como uma ferramenta para possibilitar a síntese de beta caroteno no endosperma das sementes (MACHADO, 2004).

Vale lembrar que os nutrientes como vitaminas e minerais ficam concentrados na película e no germe do arroz, o endosperma é principalmente fonte de amido, um tipo de carboidrato. No processamento do arroz são retiradas a casca, a película (ou aleurona) e o germe, restando apenas o endosperma. Como foi possível perceber o uso dos transgênicos traz inúmeros benefícios e passo a passo essa tecnologia se consolida como uma das principais ferramentas da agricultura moderna. Porém devemos lembrar que ainda há muitas incertezas acerca do seu uso e dos seus possíveis riscos, gerando muitas vezes desconfiança por parte dos consumidores, causada muitas vezes por uma mídia desinformada e sensacionalista. Mas como foi abordado anteriormente, os transgênicos durante todo o processo de sua obtenção são submetidos a inúmeros testes e avaliações.

As preocupações com a biossegurança são muitas, e segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – <sup>12</sup>FAO (1996) citado por EMBRAPA CERRADOS (2009), as principais considerações a respeito da segurança alimentar dos Organismos Geneticamente Modificados são:

- As consequências diretas de alteração nos níveis de expressão de genes existentes pela introdução do novo gene ou modificações genéticas causadas por ele;
- As consequências diretas (por exemplo, efeitos nutricionais, tóxicos ou alergênicos) da presença, nos alimentos, da proteína codificada pelo gene introduzido;
- As consequências indiretas dos efeitos de qualquer (quaisquer) novo(s) produto(s) ou níveis alterados de produto(s) já existente(s) no metabolismo do organismo, levando à presença de novos compostos ou níveis alterados de compostos já existentes;
- As consequências das mutações causadas no processo de introdução genética no organismo, tais como a interrupção de sequências codantes ou controle ou ativação de genes latentes, levando à presença de novos componentes ou níveis alterados de componentes existentes;
- As consequências da transferência do gene para a flora gastrointestinal pela ingestão do alimento geneticamente modificado (AGM) e (ou) alimentos derivados deles;
- Potencial efeito adverso na saúde associado ao microrganismo geneticamente modificado pelo alimento.

---

<sup>12</sup> FAO. **Biotechnology and food safety**. FAO. Food and Nutrition Paper, 61. 27 p. Rome. 1996. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/biotechnology.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2005.

As preocupações com esses riscos levaram a comunidade internacional a adotar diversas medidas de segurança, medidas essas que eram decididas através de encontros e reuniões internacionais. Como exemplo podemos citar o encontro da Venezuela, que ocorreu em 2000 e “estabeleceu as bases para a normatização internacional do desenvolvimento dos OGM’s em especial, no que tange aos movimentos desses organismos vivos entre países” (EMBRAPA CERRADOS, 2009).

Apesar das reuniões acontecerem envolvendo diversos países originando tratados e protocolos de acordos internacionais, cabe a cada país a responsabilidade de elaborar e aplicar leis, procedimentos, diretivas, normas, entre outras bases que garantam legalmente a segurança no desenvolvimento, comercialização e consumo dos produtos geneticamente modificados. Essas normas buscam resguardar os interesses públicos e privados, facilitar o comércio e a transferência de tecnologia, estabelecendo os padrões e práticas aceitas no âmbito internacional (JESUS-HITZSCHKY *et al.*, 2007).

Nos capítulos 4 e 5 desta monografia será dada ênfase nos processos necessários para obtenção de registro de cultivar junto ao Registro Nacional de Cultivares - RNC, destacando os procedimentos necessários no caso de cultivares transgênicas.

## CAPÍTULO 3

### METODOLOGIA

Para realização deste trabalho monográfico foi utilizada técnica de pesquisa bibliográfica e busca por dados à campo.

A pesquisa bibliográfica apresentada neste trabalho é de natureza qualitativa e descritiva e para a coleta de informações e dados foram utilizados os seguintes instrumentos:

- Livros;
- Periódicos;
- Artigos Científicos;
- Monografias de conclusão de curso;
- Dissertações de Mestrado;
- Teses de Doutorado;
- Materiais usados para ministrar aulas, disponíveis em “sites” na internet;
- Materiais usados para apresentações e seminários, disponibilizados por colaboradores que atuam na área;
- Sites de órgãos públicos. (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA e Comissão Técnica de Biossegurança – CTNBio);
- Legislação que trata das bases legais acerca do uso de transgênicos.

A primeira etapa deste trabalho monográfico, introdutória, consistiu na abordagem dos aspectos históricos do melhoramento de plantas, chegando até o surgimento da transgenia, abordando também o desenvolvimento dessa tecnologia.

Na segunda etapa serão descritos os Eventos Transgênicos autorizados no Brasil, detalhando a quantidade de cultivares registradas em cada um deles, do período compreendido entre a data de aprovação comercial, até o ano de 2011. Para descrição dos eventos foram usadas principalmente as informações contidas nos pareceres técnicos expedidos pela CTNBio e disponibilizados pela internet em (<http://www.ctnbio.gov.br/>).

A busca por dados a campo ocorreu junto ao Registro Nacional de Cultivares – RNC, órgão público submetido ao MAPA, de responsabilidade da Coordenação de Sementes e Mudas - CSM, do Departamento de Fiscalização de Insumos Agrícolas - DFIA, da Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA.

As informações referentes à quantidade de cultivares transgênicas, expressas na descrição dos eventos foram atualizadas no dia 24 de novembro de 2011. Os dados foram obtidos principalmente pela consulta ao sistema de gerenciamento de informações usado pela instituição e por consulta ao site do MAPA/RNC.

## **CAPÍTULO 4**

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **ABORDAGEM SOBRE O REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES – RNC**

Neste capítulo, será dado o enfoque ao Registro Nacional de Cultivares - RNC, um setor do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, conforme descrito pelo trecho abaixo:

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), ciente da sua responsabilidade no contexto da agricultura brasileira, estabeleceu mecanismos, mediante legislação específica, para a organização e funcionamento de um sistema de Registro Nacional de Cultivares, que permite a ação conjunta de sua própria estrutura e de outras instituições do poder público e da iniciativa privada na execução da política nacional para o setor agrícola brasileiro (CARVALHO *et al.*, 2008).

Podemos inserir o Registro Nacional de Cultivares, hierarquicamente, da seguinte maneira dentro do MAPA, órgão que como supracitado encontra-se submetido o RNC:

- Secretaria de Defesa Agropecuária – SDA
- Departamento de Fiscalização de Insumos Agrícolas – DFIA
- Coordenação de sementes e Mudas – CSM
- Serviço de Controle da Produção e Comercialização de Sementes e Mudas – SCSM
- Registro Nacional de Cultivares - RNC

O RNC possui dentre suas diversas funções, o cadastro de Cultivares como a principal delas, habilitando as mesmas para produção, beneficiamento e comercialização na forma de

sementes e mudas.

O RNC foi instituído pela Portaria nº527, de 30 de dezembro de 1997, e atualmente é regido pela Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, e regulamentado pelo Decreto nº5.153, de 23 de julho de 2004 (CARVALHO *et al.*, 2008).

Para entendermos melhor qual a função e a importância do RNC, apresentamos abaixo a definição de Cultivar, utilizada pelo próprio setor:

“A variedade de qualquer gênero ou espécie vegetal superior que seja claramente **distinguível** de outras cultivares conhecidas, por margem mínima de descritores, por sua **denominação própria**, que seja **homogênea** e **estável** quanto aos descritores através de gerações sucessivas e seja de espécie passível de uso pelo complexo agroflorestal, descrita em publicação especializada disponível e acessível ao público, bem como a linhagem componente de híbridos.”

Através da definição de cultivar apresentada pelo trecho supracitado, somado com o entendimento das funções atribuídas ao RNC é possível fazer uma analogia entre o registro de uma cultivar com a emissão de uma certidão de nascimento à uma pessoa. Já que para que uma pessoa possa “existir” e gozar de direitos e deveres, legalmente ela deve estar registrada, assim como uma cultivar, que como já citado, para poder ser produzida, beneficiada e comercializada também deve ser registrada.

A importância do registro deve-se à condição de ser um instrumento de ordenamento do mercado que visa proteger o agricultor da venda indiscriminada de sementes e mudas de cultivares não avaliadas em face às condições agrícolas brasileiras (CARVALHO *et al.*, 2008).

O RNC torna-se importante na medida em que uma cultivar, obtida através das mais diversas técnicas de melhoramento, para ser usada comercialmente deve ser antes analisada e depois registrada, subentendendo-se que maior parte as cultivares presentes no mercado de sementes possuem registro e que o órgão detém informações sobre cada uma delas.

Podemos inferir com o Artigo 19 do Anexo do Decreto nº5.153/2004, que ficam dispensadas da inscrição no RNC:

- Apenas cultivar importada para fins de pesquisa ou

realização de ensaios de ensaios de VCU, em quantidade compatível com a aplicação, mediante justificativa técnica e atendida por legislação específica;

- Cultivar importada com objetivo exclusivo de reexportação;
- Cultivar local, tradicional ou crioula, utilizada por agricultores familiares, assentados da reforma agrária ou indígenas. (BRASIL, 2007).

A inscrição de cultivares no RNC pode ser requerida por qualquer pessoa física ou jurídica que obtenha ou introduza uma nova cultivar, que detenha os direitos de proteção previstos na Lei nº. 9.456, de 25 de abril de 1997, ou que seja legalmente autorizada pelo obtentor (CARVALHO *et al.*, 2008).

O requerente do pedido de registro da cultivar irá se tornar o mantenedor da mesma assim que o pedido for aprovado e a cultivar for registrada. Para continuar sendo mantenedor da cultivar após seu registro, o mantenedor deve manter as características informadas e a pureza varietal da mesma, assim como também manter um estoque mínimo de material de propagação. O mantenedor que deixar de fornecer material básico ou não assegurar a pureza do material como descrito no período de registro, por qualquer que seja o motivo, terá o seu nome excluído do RNC.

É importante ainda destacar que uma mesma cultivar, pode ter mais de um mantenedor, desde que esses tenham também plenas condições de fornecer a quantidade mínima estabelecida de sementes e que assegure as características genéticas informadas. Para que uma cultivar continue registrada, deve haver pelo menos um mantenedor responsável por ela, exceto se o material de propagação depender exclusivamente de importação.

Toda cultivar, antes de ser registrada deve, previamente, ser submetida a ensaios para determinação do seu Valor de Cultivo e Uso – VCU. Entende-se por VCU o valor intrínseco de combinação das características agrônômicas da cultivar com as suas propriedades de uso em atividades agrícolas, industriais, comerciais e de consumo in natura (CARVALHO *et al.*, 2008). Os dados obtidos através dos ensaios de VCU são os dados que serão utilizados para o preenchimento do Formulário de Inscrição para Registro Nacional de Cultivares, assim como apontado pelo Artigo 17. do Anexo do Decreto nº5.153/2004:

O requerimento de inscrição de nova cultivar no RNC deverá ser apresentado em formulário próprio elaborado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, acompanhado, obrigatoriamente, de relatório

técnico com os resultados de ensaio de VCU, dos descritores mínimos da cultivar e da declaração da existência de um estoque mínimo de material básico.(BRASIL, 2007)

O Formulário para Inscrição de Cultivares no Registro Nacional de Cultivares encontra-se disponível no site do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA (<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/registro/registo-nacional-cultivares/formularios-registro-cultivares-requisitos>). Existem formulários próprios para as espécies que possuem critérios mínimos estabelecidos para realização dos ensaios de VCU e de acordo com o Artigo 18. do Anexo do Decreto nº5.153/2004, a cultivar de espécie vegetal, “cujos critérios mínimos para avaliação de VCU não estejam ainda estabelecidos, poderá ser requerida mediante o preenchimento de formulário específico elaborado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento”. (BRASIL, 2007). (Anexo1).

Subentende-se que para qualquer cultivar, de qualquer espécie, passível de registro junto ao RNC o requerente tenha realizado ensaios de VCU para avaliação de suas qualidades e para obtenção de dados necessários para o preenchimento do formulário padrão para registro da cultivar. Contudo, ressalta Carvalho *et al.*(2008) que as exigências para realização dos ensaios de VCU só são existentes para 29 espécies. Os critérios mínimos a serem observados nestes ensaios foram estabelecidos pela Portaria nº. 294/1998 do MAPA; Instrução Normativa nº. 06 de 2003 do MAPA; e Instrução Normativa nº. 23 de 2008 do MAPA.

A realização dos ensaios de VCU, para as espécies que possuem exigências para realização dos mesmos, devem ser previamente informados ao RNC por meio de formulário padrão (Anexo 2) e o número mínimo de locais e o período mínimo de realização exigido será verificado no momento que o pedido de registro da cultivar for feito. Como exemplo, podemos citar as exigências desses dois critérios para a cultura do algodão: Número de locais: no mínimo três locais, por região edafoclimática de importância para a cultivar. Período mínimo de realização: dois anos.

Os grupos de espécies que possuem critérios mínimos estabelecidos pra realização do VCU são:

- **Grandes Culturas:** Algodão (*Gossypium spp*), Arroz (*Oryza sativa*), Batata (*Solanum tuberosum*), Feijão (*Phaseolus vulgaris*), Milho (*Zea mays*), Soja (*Glycine max L.*), Sorgo (*Sorghum spp*), Trigo (*Triticum spp*).
- **Forrageiras Temperadas:** Alfafa (*Medicago sativa L.*), Aveia preta forrageira

(*Avena strigosa* Schreb.), Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), Capim Rhodes (*Shloris gayana* Kunth), Cornichão Anual (*Lotus subbiflorus* Lag.), Cornichão Perene (*Lotus corniculatus* L.), Feijão Vigna [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], Milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.], Pensacola (*Paspalum notatum* Flügge), Capim setária [*Setaria sphacelata* (Schumach) Stapf & C.E. Hubb.], Trevo Branco (*Trifolium repens* L.), Trevo Subterrâneo (*Trifolium subterraneum* L.), Trevo Vermelho (*Trifolium pratense* L.), Trevo Vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi).

- **FORAGEIRAS TROPICAIS:** Braquiárias (*B. brizantha*, *decumbens*, *ruziziensis*, híbridos e populações interespecíficos), Braquiária (*B. humidicola*, *dictyoneura* e híbridos), Panicum (*Panicum maximum* Jacq.) e híbridos, Pennisetum (*Pennisetum purpureum* Schum.) e híbridos.

Dentre os grupos de espécies mostrados acima, neste trabalho será dada ênfase nas Grandes Culturas, uma vez que neste grupo estão presentes as cultivares das espécies que possuem Eventos Transgênicos liberados comercialmente pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio. Atualmente as únicas espécies que estão autorizadas a ter cultivares transgênicas registradas junto ao RNC são: milho, soja, algodão e feijão.

Durante o preenchimento do formulário para inscrição de cultivares dessas quatro espécies no RNC, deve ser informado se trata-se de um organismo geneticamente modificado e anexado documento que comprove a autorização de liberação comercial deste OGM, no caso será uma cópia do parecer técnico da CTNBio publicado no Diário Oficial da União. Como por exemplo a publicação do parecer técnico favorável a liberação comercial do evento GTS 40-3-2, soja Roundup Ready (RR) no Brasil. (Anexo 3).

É importante ainda salientar que o milho, a soja, a algodão e o feijão, citados anteriormente, possuem formulário próprio para registro de cultivar junto ao RNC, significando ainda que as mesmas possuem requisitos mínimos estabelecidos para realização dos ensaios de VCU. Esses requisitos mínimos são apresentados junto com o Formulário para Inscrição de Cultivares, onde estão contidas todas as informações necessárias para o correto preenchimento do mesmo, como por exemplo o delineamento experimental a ser utilizado durante o ensaio, as características a serem avaliadas e o método para avaliação da produtividade. (Anexos 4, 5, 6 e 7).

Após o completo preenchimento do Formulário para Inscrição, o mesmo deve ser enviado via postal para a Coordenação de Sementes e Mudas – CSM / Registro Nacional de

Cultivares – RNC e pode também ser protocolado pessoalmente junto à CSM. É importante que se anexe ao formulário uma cópia da Guia de Recolhimento da União e o comprovante de pagamento. Outros documentos podem ser anexados ao formulário como uma exigência para o registro de determinadas espécies, cabendo ao RNC fazer a cobrança de tais informações sempre que julgar necessário.

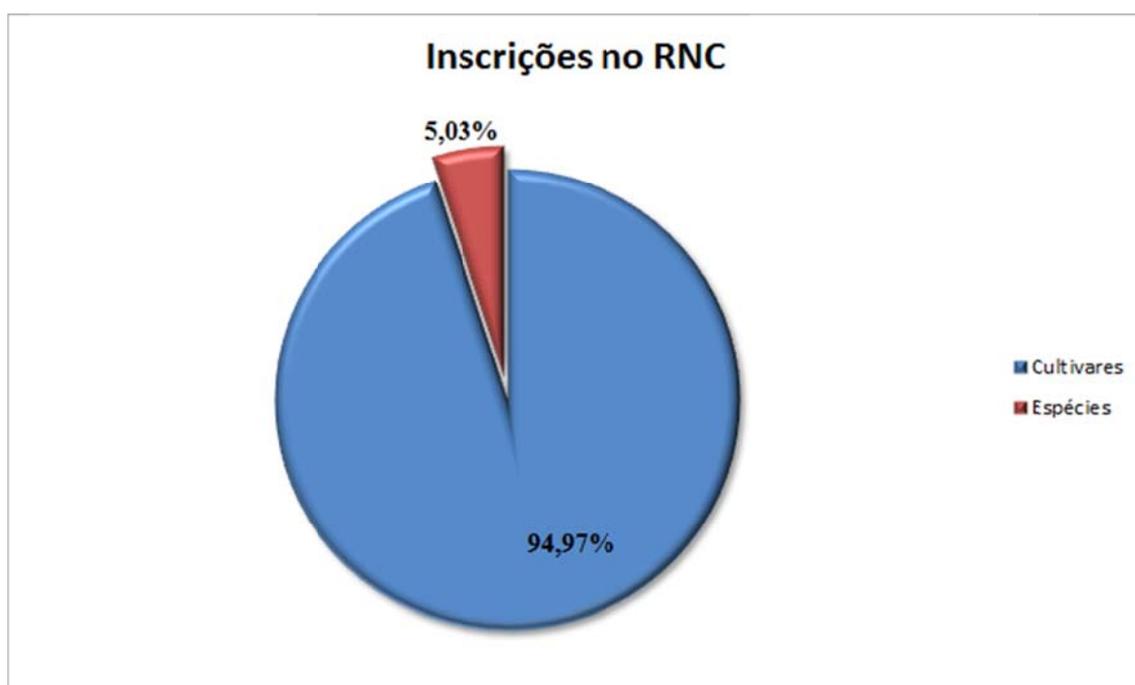
Uma cultivar só pode ser considerada registrada após ter suas informações publicadas na Listagem Nacional de Cultivares Registradas, uma vez que a listagem é atualizada em tempo. A listagem pode ser consultada através do site do MAPA. ([http://extranet.agricultura.gov.br/php/proton/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://extranet.agricultura.gov.br/php/proton/cultivarweb/cultivares_registradas.php))

O RNC é responsável também pelo registro de espécies, e essas representam uma parcela de 5,3% do total de registro, que até a presente data é de 27.163 cultivares registradas de acordo com a tabela abaixo:

**Tabela 1.** Número de Inscrições de Cultivares e de Espécies no RNC.

Inscrições no RNC	Quantidade*
Espécies	1456
Cultivares	27504
<b>Total</b>	<b>28965</b>

\* Dados consultados em 24/11/2011.



**Gráfico 1.** Porcentagem de Cultivares e de Espécies registradas no RNC.

O registro de espécies no RNC também deve obedecer a legislação brasileira de sementes e mudas e para o pedido de registro poder ser requerido, o mantenedor, pessoa física ou jurídica, assim como no caso das cultivares, deve ser quem identificou ou introduziu a espécie. A denominação, no caso de espécies, deve seguir as instruções do Artigo 154 do Anexo do Decreto nº5.153 de 2004, que estabelece os seguintes critérios:

- I – nome científico da espécie, conforme previsto no Código Internacional de Nomenclatura Botânica; e
- II – nome comum da espécie, quando for o caso. (BRASIL, 2007).

Ao analisarmos os dados apresentados na Tabela 1, se torna importante salientar que de acordo com o Artigo 14 da Lei nº 10.711 de 2003 ficam convalidadas as inscrições de cultivares já existentes no RNC, na data de publicação da Lei, desde que, no prazo de 180 (cento e oitenta) dias, os interessados atendessem ao disposto no Artigo 11 da citada.

No RNC, podemos ainda dividir as cultivares registradas em grupos de espécies. Cada grupo é composto por diversas espécies que possuem características semelhantes: Ornamentais, Olerícolas, Grandes Culturas, Florestais, Frutíferas, Forrageiras.

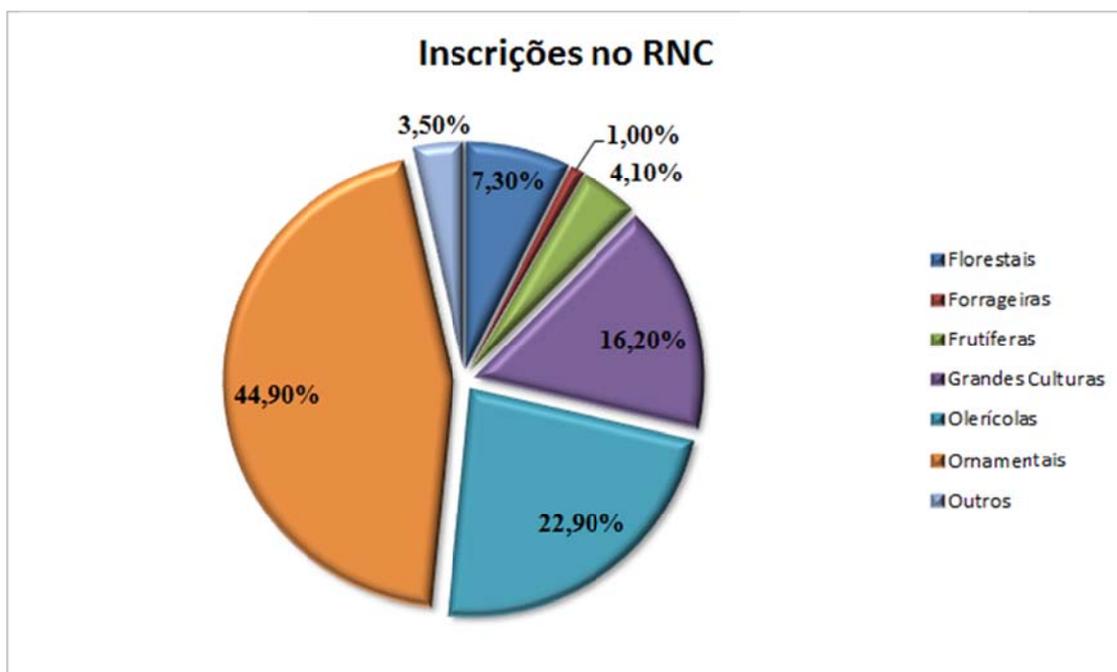
Há ainda grupos que possuem indivíduos registrados no RNC, mas em quantidade pouco expressiva se comparada com os grupos citados anteriormente. As espécies desses grupos não se enquadram em nenhum dos grupos anteriores e geralmente são plantas medicinais, aromáticas, condimentares, por exemplo.

Com base nessa informação, podemos dividir o número total de inscrições nos diversos grupos:

**Tabela 2.** Número de cultivares registradas por grupos de espécies.

<b>Grupos de Espécies</b>	<b>Quantidade de Cultivares*</b>
Florestais	2081
Forrageiras	319
Frutíferas	1253
Grandes Culturas	5174
Olerícolas	6553
Ornamentais	12591
Outros	994
<b>Total</b>	<b>28965</b>

\*Dados consultados em 24/11/2011.



**Gráfico 2.** Porcentagem de cultivares registradas por grupos de espécies.

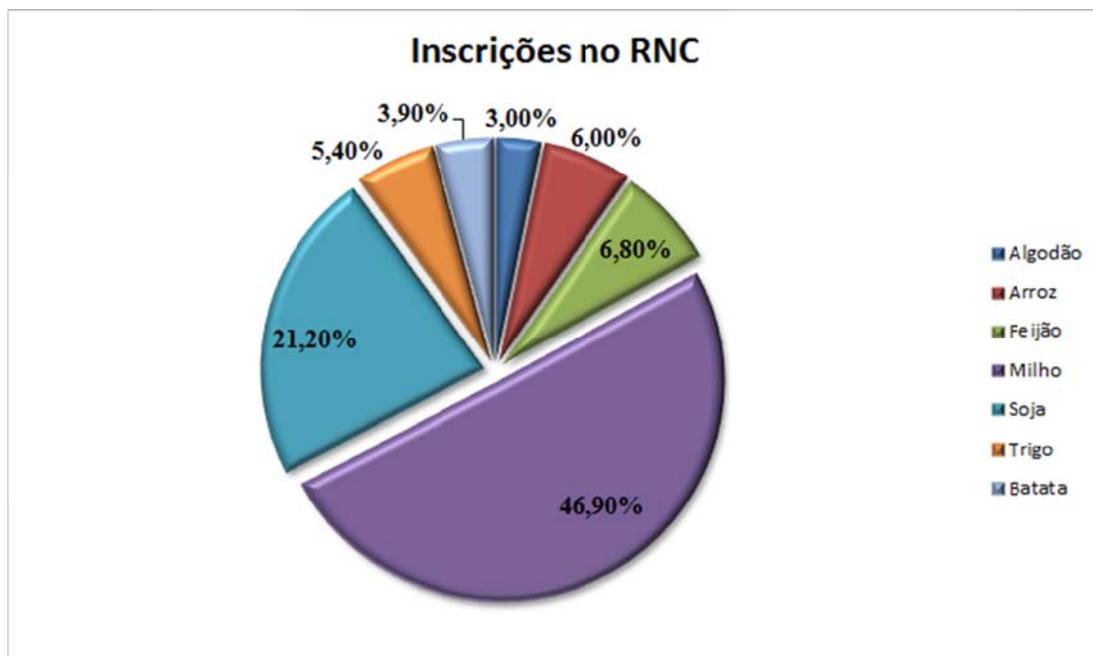
Ao analisarmos os dados apresentados da Tabela 2, percebemos que o número de registros de cultivares ornamentais é muito superior quando comparada à quantidade de cultivares dos outros grupos. Dentro de uma mesma espécie de planta ornamental, inúmeras características podem ser exploradas e muitas vezes uma mudança sutil na planta já é considerada uma característica desejada e pode gerar interesse comercial, como exemplo podemos citar mudanças de tonalidades nas cores e no formato das diferentes estruturas, como pétalas e folhas.

O foco do presente trabalho está concentrado ao grupo das grandes culturas, onde estão presentes as cultivares transgênicas de milho, soja, algodão e mais recentemente, feijão. O grupo das grandes culturas, composto por algodão, arroz, batata, feijão, milho, soja, sorgo e trigo, possui um percentual de 14,13% do total de registros e com isso é o terceiro grupo com maior quantidade de registros.

**Tabela 3.** Número de cultivares registradas por espécies de grandes culturas:

Grandes Culturas	Quantidade
Algodão	123
Arroz	245
Feijão	277
Milho	1920
Soja	868
Sorgo	280
Trigo	221
Batata	160
<b>Total</b>	<b>4094</b>

\*Dados consultados em 24/11/2011.



**Gráfico 3.** Porcentagem de cultivares registradas por espécies de grandes culturas.

Dentro do grupo das grandes culturas, a espécie que possui maior número de cultivares registradas é o milho, seguido da soja e do feijão. E essas três espécies são grande importância

para a agricultura brasileira, uma vez que a área cultivada com essas culturas representa grande parte da área total cultivada do Brasil.

A soja é uma cultura que pode ser considerada símbolo do agronegócio brasileiro e suas exportações vem representado grande fatia do total de exportações realizadas pelo Brasil. A produção desse grão é uma atividade econômica que se destaca e os fatores que favorecem isso podem ser observados no seguinte trecho:

No âmbito do agronegócio mundial, a produção de soja está entre as atividades econômicas que, nas últimas décadas, apresentou crescimento dos mais expressivos. Isto pode ser atribuído a diversos fatores, tais como: estruturação de um grande mercado internacional relacionado com o comércio de produtos do complexo soja; consolidação da oleaginosa como importante fonte de proteína vegetal, especialmente para atender demandas crescentes dos setores ligados à produção de produtos de origem animal e maior desenvolvimento e oferta de tecnologias, que viabilizaram a expansão da exploração sojícola para diversas regiões do mundo. (DALL'AGNOL; LAZAROTTO; HIRAKURI, 2010).

Com relação ao milho, podemos destacar que é um cereal muito importante na alimentação humana, pois é para muitos o principal constituinte da dieta, sendo um alimento altamente energético. Segundo Paes (2006), apesar do milho ser uma planta que possui como centro de origem a América Central, ele é importante, pois é produzido em quase todos os continentes, se destacando pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia, como a produção de filmes e embalagens biodegradáveis.

A cultura do milho além de possuir maior quantidade total de cultivares registradas é a espécie do grupo das Grandes Culturas que possui maior quantidade de cultivares transgênicas inscritas no RNC. Essa alta quantidade de registros de transgênicos é também justificada pela importância da espécie, como foi discutido anteriormente.

O feijão apesar de ser uma espécie com grande número de cultivares registradas no RNC, só recentemente teve a liberação para cultivo comercial de plantas geneticamente modificadas autorizado pela CTNBio. O feijão geneticamente modificado foi desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA e é o primeiro evento transgênico totalmente desenvolvido por empresas públicas do Brasil. Apesar da liberação comercial para a comercialização do feijão transgênico ter ocorrido no dia 15 de setembro de

2011, estima-se que apenas daqui a dois ou três anos as sementes dessas cultivares geneticamente modificadas estarão disponíveis no mercado.

O lançamento do feijão transgênico se torna de grande importância pois “o feijão é uma cultura de extrema importância social, já que é produzido basicamente por pequenos produtores, com cerca de 80% da produção e da área cultivada em propriedades com menos de 100 hectares.” (DINIZ, 2011).

O algodão, ao contrário do feijão, do milho e da soja, é uma cultura cuja principal função do cultivo não é a alimentação humana, mas mesmo assim se destaca dentro das espécies de Grandes Culturas uma vez que a fibra dessa planta é usada em todo o mundo para confecção de vestimentas. A fibra do algodão possui incalculável importância social e econômica em todo mundo, uma vez que todos os continentes são dependentes dessa planta. Apesar da indústria têxtil já contar com inúmeras fibras sintéticas, acredita-se que a fibra natural nunca será completamente substituída, já que algumas características só são observadas na fibra de algodão.

Com relação ao número de eventos transgênicos, existem 33 aprovações comerciais até o presente momento. Define-se genericamente evento transgênico como sendo o grupo de características obtidas através de transformações sofridas por um organismo que foi modificado utilizando-se diferentes técnicas de Engenharia Genética baseadas na transferência isolada de um ou mais genes de interesse. Assim sendo o milho possui 18 eventos transgênicos liberados pela CTNBio, a soja possui 5, o algodão possui 9 e o feijão apenas 1 evento autorizado.

No próximo capítulo deste trabalho será destacado cada um dos eventos transgênicos autorizados pela CTNBio para cultivo comercial, mostrando também a quantidade de cultivares que cada um deles possui registrada no RNC.

## CAPÍTULO 5

### EVENTOS TRANSGÊNICOS LIBERADOS COMERCIALMENTE NO BRASIL

No Brasil, atualmente estão autorizados diversos eventos transgênicos. A aprovação comercial para plantas transgênicas é concedida pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, por meio de Parecer Técnico. A CTNBio é uma instância colegiada multidisciplinar integrante do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT, responsável por prestar apoio técnico e de assessoramento ao Governo Federal, e com relação aos OGM's, é responsável pelo estabelecimento de normas técnicas de segurança e de pareceres técnicos referentes à autorizações para atividades que envolvem o uso comercial e a pesquisa acerca desses organismo e seus derivados com base nas avaliações dos riscos à saúde humana, ao meio ambiente e também zoofitossanitários.

No caso do Parecer Técnico expedido pela CTNBio ter resultado favorável, a planta geneticamente modificada em questão, fica autorizada para o livre registro, uso, ensaios, testes, semeadura, transporte, armazenamento, comercialização, consumo, importação, liberação e descarte. Os eventos transgênicos autorizados no Brasil, as designações comerciais e as datas aproximadas das liberações comerciais de cada evento se encontra anexo à essa monografia. (Anexo 8)

As primeiras liberações para uso comercial de planta transgênica concedida pela CTNBio foram para a soja geneticamente modificada tolerante ao herbicida glifosato, denominada comumente de soja RR e para o algodão Bollgard, resistente a insetos . O parecer técnico favorável foi emitido pela CTNBio em 2005 e após isso só houveram liberações comerciais para plantas geneticamente modificadas em 2007.

É importante ressaltar que mesmo antes de possuir Parecer Técnico favorável para sua comercialização, a soja RR já possuía cultivares registradas, uma vez que a CTNBio autorizou, por meio do Comunicado n.º 54, de 29 de setembro de 1998, o uso de cultivares derivadas desse evento. Porém a autorização foi concedida com algumas ressalvas, como mostrado pelo trecho abaixo:

A CTNBio determina que o monitoramento dos plantios comerciais dos cultivares de soja derivados da linhagem GTS 40-3-2 deverá ocorrer por um período de cinco anos, com o objetivo de proceder a estudos comparados das espécies de plantas, insetos e microrganismos presentes nas lavouras. A verificação de eventuais alterações consideradas significativas para a biossegurança poderá resultar na suspensão imediata dos plantios comerciais (CTNBio, 1998)

Mesmo com o cultivo tendo propósitos experimentais, a adoção da soja transgênica resistente ao glifosato foi muito grande, uma vez que se expandiu de forma ilegal a partir do descontrole das áreas experimentais autorizadas pela CTNBio para várias áreas do Brasil. A soja também era contrabandeada de países como a Argentina e Paraguai para estados mais ao sul do país, principalmente o Rio Grande do Sul. A soja transgênica contrabandeada foi apelidada de “Soja Maradona” devido à sua origem.

## 5.1. EVENTOS TRANSGÊNICOS DE SOJA AUTORIZADOS NO BRASIL

A soja (*Glycine max* (L.) Merr., é uma espécie autógama, tetraplóide diploidizada ( $2n=40$ ), pertencente à família *Fabaceae* (*Leguminosae*), subfamília *Papilionoideae*, tribo *Phaseoleae*, gênero *Glycine*, subgênero *Soja*. A espécie possui importância em todo mundo, uma vez que é cultivada comercialmente em cerca 35 países. Seu consumo se deve a versatilidade dessa planta que possui incontáveis finalidades, como extração de óleo do grão (fabricação de óleo vegetal), produção de ração para suínos e aves, uso para elaboração de alimentos vegetarianos como tofu, carne de soja e também seu uso na fabricação de alimentos alternativos para pessoas que possuem alergias (leite de soja). Segundo a OECD (2000) a soja possui não somente importância na alimentação humana e animal, mas também nas atividades industriais, tais como a produção de sabão e desinfetante.

O cultivo da soja no Brasil é bastante expressivo e a espécie representa de certa forma a agricultura brasileira que possui características mais intensivas, uma vez que seu cultivo está geralmente associado com propriedades que empregam tecnologia avançada e sistemas de cultivo modernos. Esse é um dos motivos pelo qual a biotecnologia se desenvolveu primeiro nessa espécie, já que o pacote tecnológico empregado pelos produtores intensivos é composto basicamente por fatores como biotecnologia, insumos, mecanização, ou seja, todas as técnicas que podem resultar em altos índices de produtividade.

Vale ressaltar também que o grande impulso inicial para a adoção de planta geneticamente modificada na cultura da soja no Brasil é o fato de ocorrer grandes perdas de produtividade causadas por plantas daninhas. Sua presença é um fator limitante para o cultivo da soja, levando a uma perda entre 42 a 62% no Brasil. (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, 2010a).

O controle das plantas daninhas em lavouras de soja pode ser feito por práticas culturais, como aração e gradagem, mas é feito principalmente por meio de métodos químicos, ou seja, são usados herbicidas e por isso o uso da soja tolerante à herbicidas é tão disseminado no Brasil.

As autorizações para o uso da soja transgênica ocorreram devido ao fato dessa espécie ser predominante autógama, ou seja, a taxa de polinização cruzada é de cerca de apenas 1,0%. A soja é uma espécie que possui como centro de origem o continente asiático, mais precisamente a região leste da China.

De acordo com <sup>13</sup>Borém (2000); <sup>14</sup>Sediyama *et al.* (1999) *apud* Borém; Azeredo (2005), a introgressão de genes que conferem de tolerância a herbicidas e resistência a insetos é extremamente improvável de acontecer, uma vez que no Brasil e demais países da América nenhum parente da soja cultivada é encontrada.

Ainda de acordo com a CTNBio (1998), outros fatores ambientais contribuíram positivamente para a liberação da soja transgênica, dentre eles podemos citar o fato da espécie ser altamente dependente do homem, não tendo chances de sobreviver e se disseminar fora de ambiente agrícola e com isso não há chances, por exemplo, da soja RR obter vantagem adaptativa devido ao fato de ser mais resistente ao herbicida glifosato. Outras avaliações dos aspectos de segurança para o meio ambiente também concluíram que não há efeito negativo quanto ao uso da soja transgênica, descartando assim o risco de afetar negativamente a sobrevivência de outras plantas e animais.

Em relação aos fatores relacionados com a saúde humana, também não foram observados efeitos negativos quanto ao uso de soja geneticamente modificada. Não houve aumento de desenvolvimento de reações alérgicas se comparadas com a soja convencional e também, estudos indicaram que alimentos à base de cultivares de soja transgênica apresentam equivalência na composição e na quantidade de nutrientes se comparadas com produtos oriundos de variedades de soja não modificada.

#### 5.1.1. EVENTO TRANSGÊNICO: GTS 40-3-2

**Espécie:** *Glycine max* (L.) Merr.

**Designação:** Soja Roundup Ready (RR)

**Empresa Responsável:** Monsanto do Brasil Ltda.

**Característica Inserida:** Tolerância ao herbicida glifosato.

A soja Roundup Ready é a soja geneticamente modificada que possui como característica a tolerância ao herbicida glifosato, característica essa adquirida através do evento transgênico GTS 40-3-2. O glifosato já era comercializado pela Monsanto desde de

---

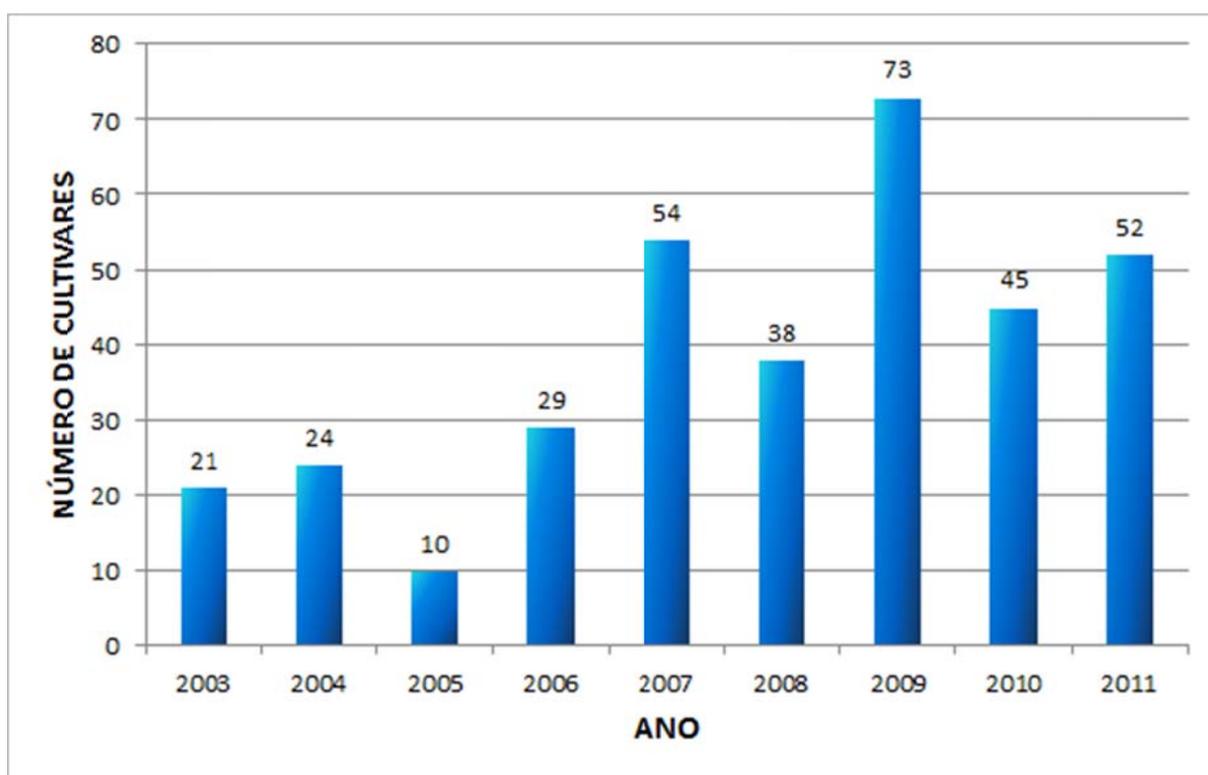
<sup>13</sup> BORÉM, A. **Escape gênico: os riscos do escape gênico da soja no Brasil.** Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento v.10, p. 101-107. 2000.

<sup>14</sup> SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M.S. **Melhoramento da soja.** In Borém, A. (ed.) Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: Editora UFV. p. 488-533. 1999.

1976 tornando-se rapidamente o produto mais vendido pela empresa desde então (CHRISTOFFOLI, 2009).

A autorização concedida para a soja refere-se ao uso, em escala comercial, de qualquer cultivar derivado da linhagem GTS 40-3-2. Esse evento transgênico é caracterizado por possuir uma forma modificada da enzima 5-enolpiruvato-chiquimato-3-fosfato sintase, a enzima CP4-EPSPS. Essa modificação foi conseguida através do gene *cp4-epsps* obtido através da bactéria natural do solo *Agrobacterium tumefaciens* estirpe CP4, que modifica uma enzima responsável pela finalização da etapa de inserção do pacote genético a ser inserido no genoma da soja. A técnica utilizada para introduzir o DNA recombinante na soja foi a técnica da biobalística.

A primeira cultivar de soja Roundup Ready registrada no Brasil inscrita no Registro Nacional de Cultivares foi a P98R61, no ano de 2003. Atualmente, são 346 cultivares geneticamente modificadas registradas com o evento GTS 40-3-2.



**Gráfico 4.** Evolução da quantidade de cultivares de soja Roundup Ready (RR) registradas junto ao Registro Nacional de Cultivares –RNC.

O número de cultivares RR registradas não segue um padrão de crescimento constante, mas do ano de 2003 até o ano de 2011 ocorreu aumento no número de registros, tendo os anos de 2007 e de 2009 como os anos em que mais se registrou cultivares transgênicas RR. O

plântio de sementes de soja derivadas desse evento também é crescente. Em 2008 estima-se que cerca de 65% da soja produzida foi transgênica, no ano de 2009 essa porcentagem foi de 71% e em 2010 a porcentagem atingiu 75%.

### **5.1.2. EVENTO TRANSGÊNICO: BPS-CV127-9**

**Espécie:** *Glycine max* (L.) Merr.

**Designação:** Soja CV127 / Soja Cultivance

**Empresa Responsável:** BASF S.A. e Embrapa Soja.

**Característica Inserida:** Tolerância aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas.

Os herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, denominados comercialmente como Contour, Resolve, Pursuit, Lightning, atuam nas plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas através da inibição da enzima aceto-hidroxiácido sintase, que atua sintetizando aminoácidos importantes (valina, leucina e isoleucina). A ligação de imidazolaninas provocando a inibição dessa enzima promove morte celular, resultante da incapacidade de sintetizar proteínas e outros derivados aminoacídicos fundamentais para outras rotas metabólicas.

O evento BPS-CV127-9 possui o gene *crs1-2* responsável pela codificação da enzima aceto-hidroxiácido-sintase (AHAS). Como mencionado, nas plantas a enzima atua sintetizando aminoácidos de cadeia ramificada. O evento “foi obtido pela transformação por biobalística da variedade comercial da soja Conquista, utilizando um fragmento de DNA de aproximadamente 6,2 Kb do plasmídeo pAC321, contendo o cassete de expressão do gene *crs1-2* de *Arabidopsis thaliana* (planta não toxica ou invasiva) e a sequência completa da subunidade gama da proteína AtSEC61y” (CTNBio, 2009a).

Há também no mercado, cultivares de diversas outras espécies que apresentam resistência ao herbicida da classe das imidazolinonas, obtidas a partir de mutagênese espontânea ou induzida. Essas cultivares são cultivadas a cerca de 17 anos em todo o mundo, inclusive no Brasil e são denominadas como Clearfield. Porém essas variedades obtidas através de mutagênese possuem apenas resistência parcial, o que justifica a liberação comercial do evento transgênico BPS-CV127-9, já que a resistência oferecida é completa.

Outro fato que justifica a autorização do uso da soja CV127 é apresentado por

Fedoroff e Brown (2004) que apontam que é desejável, por uma questão de estratégia de segurança alimentar e agrônômica, que haja variedades resistentes a herbicidas com mecanismos distintos de ação para que o agricultor possa ter ferramentas de manejo de ervas invasoras resistentes que sempre surgem decorrentes da pressão exercida.

Desenvolvido para ser aplicado em pós-emergência, o herbicida do Sistema de Produção Cultivance, proporcionará aos agricultores conveniência e flexibilidade de aplicar o herbicida, como necessário, para o controle de plantas daninhas durante as primeiras semanas de crescimento da cultura. (EMBRAPA, 2010).

Entende-se que o termo Sistema de Produção apresentado acima, refere-se ao sistema de produção composto pela cultivar da soja Cultivance/CV127 e o herbicida Cultivance (herbicida da classe das imidazolinonas), que ainda está em desenvolvimento pela empresa BASF S.A.

Apesar de liberado no Registro nacional de Cultivares – RNC desde 2010, ainda não existem cultivares com esse evento transgênico inscritas no órgão. A justificativa está no fato da Embrapa e da BASF estarem comprometidas em lançar cultivares comerciais da soja CV127 no Brasil apenas após a liberação global da soja Cultivance.

O lançamento do Sistema de Produção Cultivance® será feito no Brasil a partir da safra 2011/2012. Adicionalmente, existe um grande interesse no desenvolvimento desta tecnologia ajustada para as necessidades locais dos países vizinhos na América Latina, incluindo a Argentina, a Bolívia e o Paraguai. As empresas parceiras estão trabalhando para atender aos requisitos de autoridades regulatórias nestes países e a aprovação pode ser obtida em dois anos, após o lançamento no mercado brasileiro. (EMBRAPA, 2010).

É importante também para as empresas criadoras do evento, que ocorra nos próximos anos a aprovação comercial do mesmo nos países importadores de soja do Brasil, países como a China e os Estados Unidos.

### 5.1.3. EVENTO TRANSGÊNICO: A2704-12

**Espécie:** *Glycine max* (L.) Merr.

**Designação:** Soja Liberty Link (LL)

**Empresa Responsável:** Bayer S.A.

**Característica Inserida:** Tolerância ao herbicida glufosinato de amônio (GA)

O herbicida glufosinato de amônio (GA) é amplamente utilizado em todo mundo, no Brasil é comercializado com a marca Finale, internacionalmente as marcas Basta, Ignite e Liberty são utilizadas. O herbicida glufosinato de amônio é um herbicida não sistêmico e não seletivo, seu uso é indicado principalmente no controle de ervas daninhas em pós-emergência, tanto monocotiledôneas como dicotiledôneas.

A biodegradabilidade do GA é uma das principais características do produto, podendo ser destacada, ainda, sua baixa toxicidade sobre pássaros, insetos, minhocas, peixes e abelhas, entre outros. O GA não é mutagênico ou carcinogênico e tem baixo risco de deixar resíduos no solo ou na água em virtude de sua curta meia vida. O herbicida glufosinato é rapidamente degradado no solo pela ação de microrganismos que utilizam esta molécula como fonte de nitrogênio, liberando CO<sub>2</sub> e fósforo. (CTNBio, 2010a)

A biodegradabilidade do GA é explicada pelo fato de que apesar do mesmo ser um composto sintético, possui como corresponde a fosfotricina, um composto que é naturalmente produzido por microorganismo do solo. De acordo com <sup>15</sup>Hoerlein (1994) citado por CTNBio (2010a), esta fosfotricina sintética (glufosinato de amônio) não é tóxica para fungos, nematódios e insetos.

O Evento A2704-12 foi obtido através da técnica da biobalística, no qual o gene *pat* obtido da bactéria *Streptomyces viridochromogenes*, não patogênica do solo e responsável por codificar a enzima fosfotricina-N-acetiltransferase, denominada proteína PAT. Essa proteína foi inserida nas células vegetais conferindo assim a desejada tolerância ao herbicida glufosinato de amônio. A expressão da proteína PAT permite que a Soja Liberty Link (LL) resista a até três vezes a quantidade recomendada para o controle de ervas daninhas no campo.

---

<sup>15</sup> HOERLEIN, G. **Glufosinate (phosphinothricin), a natural amino acid with unexpected herbicidal properties.** Rev. Environmental Contamination and Toxicology. v.138, p.74-145. 1994.

A soja LL está autorizada para registro no Brasil desde 2010. O evento A2704-12 possui aprovações para uso na alimentação desde o ano de 1998 nos EUA, 2000 no Canadá, desde 2004 na Austrália, desde 2002 no Japão, desde 2009 na Coreia, desde 2003 no México, desde 2009 nas Filipinas e desde 2007 em Taiwan. A União Europeia aprovou a importação deste evento para consumo humano e animal em setembro de 2008 (CTNBio, 2010 a).

A importância da autorização desse evento é a possibilidade de uso de cultivares de soja que se baseiam no emprego de diferentes tecnologias, o que provavelmente vai aumentar a longevidade de tecnologias que já são amplamente aplicadas. Um exemplo é com relação ao uso do glifosato, pois segundo Owen (2008) o uso maciço do mesmo tipo de herbicida em safras seguidas acelera o aparecimento de plantas invasoras naturalmente resistentes ao herbicida.

Assim como acontece no evento transgênico BPS-CV127-9, ainda não há cultivares de sojas registradas no RNC com o evento A2704-12. A soja Liberty Link, apesar de seu processo de liberação ser datado de 2007, a liberação comercial foi aprovada somente em 2010.

#### **5.1.4. EVENTO TRANSGÊNICO: A5547-127**

**Espécie:** *Glycine max* (L.) Merr.

**Designação:** Soja Liberty Link (LL)

**Empresa Responsável:** Bayer S.A.

**Característica Inserida:** Tolerância ao herbicida glufosinato de amônio (GA)

O evento transgênico A5547-127, assim como o evento A2704-12 confere a tolerância ao herbicida glufosinato de amônio. Os dois eventos possuem exatamente as mesmas características, sendo a única diferença o fato de serem derivados de duas cultivares diferentes de soja, A2704 e A5547. A diferença entre essas duas cultivares é que foram desenvolvidas para regiões edafoclimáticas diferentes.

Devido ao fato dos eventos não possuírem diferenças destacáveis, principalmente nas características inseridas e nos testes realizados para sua liberação comercial, toma-se como base as informações supracitadas para o evento A2704-12.

### 5.1.5. EVENTO TRANSGÊNICO: MON 87701 X MON 89788

**Espécie:** *Glycine max* (L.) Merr.

**Designação:** Intacta RR2 PRO

**Detentora da Tecnologia:** Monsanto do Brasil Ltda.

**Característica Inserida:** Tolerância ao herbicida glifosato e resistência a insetos da ordem Lepidóptera.

Os insetos são causadores de injúrias em praticamente todas as espécies de plantas cultivadas e na soja não é diferente, uma vez que insetos como lepidópteros (ordem das borboletas e mariposas) podem ser pragas em lavouras causando grandes prejuízos. Algumas espécies de lepidópteros possuem destacada importância na cultura da soja, como: lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis*), lagarta mede-palmo (*Pseudoplusia includens*), lagarta falsa-medideira (*Rachiplusia nu*) e broca das axilas (*Crociosema aporema*). Visando o controle mais eficiente dessas pragas e reduzir o uso de inseticidas para controlar lepidópteros praga em regiões tropicais e subtropicais, foi desenvolvido o evento MON 87701. (CTNBio 2010b).

O evento MON 87701 possui o gene *CryIAc*, obtido através da bactéria *Bacillus thuringiensis*. A metodologia usada para fazer a transformação foi baseada no uso de *Agrobacterium tumefaciens* para realizar a introdução do gene no genoma de células meristemáticas da soja, usando como vetor de transformação o plasmídeo PV-GMIR9, que é um vetor binário.

O evento MON 87701 x MON 89788 é o evento que possui como característica a resistência a insetos, conferido pelo evento MON 87701 e a tolerância a herbicida, obtido através do evento MON 89788. As duas características desse evento foram resultantes de cruzamentos, obtidos por melhoramento genético clássico de parentais de soja geneticamente modificadas contendo esses dois eventos transgênicos.

O evento transgênico MON 89788, possui resistência ao herbicida glifosato, conferida pelo gene *cp4 epsps*, oriundo da bactéria *Agrobacterium sp.* A inserção da característica foi baseada no uso de *Agrobacterium tumefaciens* responsável pela introdução do gene no meristema da soja. Neste evento foi usado o promotor do vírus do mosaico da escrofulária (FMV). A distinção desse evento para o evento GTS 40-3-2 é apresentada pelo trecho abaixo:

Uma segunda geração de soja tolerante ao herbicida glifosato recebeu

a denominação MON 89788, em adição ao evento aprovado pela CTNBio GTS 40-3-2. Este novo evento traz uma variante para a expressão do gene *cp4 epsps* através do uso do promotor do vírus mosaico da escrofulária (figwort), ou simplesmente promotor FMV. De forma distinta da modificação anterior, na qual se empregou biobalística, a transformação foi realizada por *Agrobacterium tumefaciens* em tecido de soja convencional A3244. (CTNBio, 2010b)

Como já discutido, o uso do herbicida glifosato no Brasil é bastante disseminado e com o surgimento desse evento transgênico surge a possibilidade de controlar mais eficientemente tanto ervas daninhas quanto insetos quando ambos são causadores de injúrias em uma lavoura. Esse evento transgênico possui como vantagem a promoção da redução do número de produtos químicos usados na lavoura e assim minimiza os impactos ambientais negativos causados pelo uso dos mesmos.

O evento MON 87701 x MON 89788 foi aprovado comercialmente no ano de 2010 e existem atualmente 15 cultivares registradas no Registro Nacional de Cultivares com esse evento de transformação genética. Todas as cultivares derivadas desse evento foram registradas em 2011.

## 5.2. EVENTOS TRANSGÊNICOS DE MILHO AUTORIZADOS NO BRASIL

O milho, *Zea mays* L., é uma espécie pertencente à tribo *Maydae*, que está incluída na sub-família *Panicoidae*, família *Graminea* (*Poacea*). Os gêneros pertencentes à tribo *Maydae* incluem o *Zea* e o *Tripsacum* no Hemisfério Ocidental. O milho é uma espécie separada dentro do sub-gênero *Zea*, com número cromossômico  $2n = 20,21,22,24$  (FAO, 2000).

Possuindo como centro de origem a América Central e acredita-se que o milho tenha se desenvolvido a partir do teosinte, uma espécie silvestre encontrada principalmente no México. O milho é usado praticamente todo o mundo, comercialmente é cultivado em mais de 100 países, se tornando assim a planta cultivada com maior variabilidade genética. Segundo Bahia Filho; Garcia (2000), o milho é a espécie cultivada que possui maior grau de domesticação e sua sobrevivência na natureza só é possível quando cultivado pelo homem.

Com destacada importância na alimentação humana e animal, seja no consumo de grãos inteiros ou de alimentos derivados, o milho está presente na mesa dos consumidores das mais diversas partes do mundo na forma de pães, óleos, cereais e indiretamente na forma de produtos animais como laticínios, ovos, carne, etc. O milho é a cultura que mais possui aprovações comerciais para eventos e também é a espécie possuidora da maior quantidade de cultivares transgênicas registradas junto ao RNC.

O milho é cultivado praticamente em todo o território nacional, sendo que a maior parte de sua produção se concentra na região Centro-Oeste, Sudeste e Sul, seu plantio no Brasil pode ser dividido em duas safras, a safra de verão e a safrinha. Assim como acontece em outras espécies de grandes culturas, as ervas daninhas representam um grande problema competindo negativamente na produtividade do grão.

Além de reduzir o rendimento de grãos das culturas, as plantas daninhas podem causar outros problemas, como: reduzir a qualidade de grãos, provocar maturação desuniforme, causar perdas e dificuldades na operação de colheita, servir de hospedeiro para pragas e doenças e também podem liberar toxinas altamente prejudiciais ao desenvolvimento das culturas. (VARGAS, 2006).

O primeiro evento transgênico autorizado para o milho foi o evento MON810, no ano

de 2007 e após essa data um grande número de diferentes eventos de transformação genética para essa cultura já foi aprovado. A espécie, assim como outras do grupo das grandes culturas, possui grandes prejuízos causados por pragas, principalmente insetos, como lagartas de insetos da ordem Lepidóptera.

As lagartas, da família dos Lepidópteros, representam as mais serias pragas da cultura do milho. O uso de inseticidas químicos tem sido o método mais comum de conter essas pragas nas últimas décadas. Dois importantes aspectos de controle químico das lagartas vêm estimulando os cientistas a buscar alternativas: a poluição ambiental decorrente do emprego do inseticidas e o elevado custo dessa solução para os produtores. (BORÉM; AZEREDO, 2005).

As principais lagartas que são consideradas pragas limitantes da cultura do milho são lagarta-do-cartucho, lagarta-da-espiga e lagarta-do-colmo. Os danos causados por elas podem chegar a cerca de 35% na produção de grãos, fazendo com que alguns produtores realizem dezenas de aplicações de inseticidas durante um ciclo da cultura, resultando em um grande número de trabalhadores rurais intoxicados por esses produtos anualmente.

As cultivares de milho que possuem características de resistência a insetos ou tolerância a herbicidas inseridas através de eventos transgênicos, não apresentam riscos à saúde humana e animal, uma vez que os genes envolvidos com as características inseridas são altamente específicos, não sendo observados efeitos também em outros animais, como peixes, mamíferos, outros insetos, etc.

Aspectos como dados nutricionais, toxicidade, e potencial alergênico são avaliados seguindo rigorosamente metodologias científicas. Como exemplo podemos citar a avaliação da equivalência substancial usado na identificação de eventuais diferenças entre o novo alimento e o seu correspondente convencional que é baseado na análise de quatro elementos básicos:

(1) a variedade parental, ou seja, a planta que deu origem à nova matéria-prima geneticamente modificada; (2) o processo de transformação, incluindo a caracterização da construção utilizada e do evento resultante; (3) o produto do gene inserido e o potencial de toxicidade e alergenicidade e, finalmente; (4) a composição da nova variedade resultante da transformação genética. O conjunto de dados dessas análises deve permitir a identificação e

caracterização dos potenciais efeitos adversos associados com o consumo da nova matéria-prima, subsidiando as etapas de gerenciamento e comunicação de risco. (CTNBio, 2008c)

Os dados obtidos através da análise de cada ponto deve ser capaz de identificar os principais efeitos do consumo do novo material geneticamente modificado, alertando assim quando algum resultado não demonstra que o material é seguro.

Com relação aos possíveis impactos ambientais causados pelo uso de cultivares transgênicas não foi observado nenhum risco relacionado ao seu uso, uma vez que o milho apesar de ser uma espécie alógama e seu pólen se dispersar livremente nas imediações da área cultivada não há riscos dessa planta se tornar uma planta daninha, já que a espécie não é capaz de sobreviver sem a intervenção do homem.

De acordo com Borém (2005), no Brasil há poucas espécies filogeneticamente relacionadas com o milho, fazendo com que a possibilidade de fluxo gênico para outras espécies seja remota. Dentro da espécie do milho há também polinização cruzada, porém a uma distância de 300 m em relação a fonte pólen já é suficiente para que a polinização não seja mais observada.

Portanto, se as distâncias estabelecidas de separação desenvolvidas para produção de semente de milho são observadas, espera-se que a transferência de pólen às variedades adjacentes seja minimizada, não devendo conter quaisquer materiais genéticos com tolerância ao herbicida (CTNBio, 2007a).

### **5.2.1. EVENTO TRANSGÊNICO: MON810**

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho YieldGard/ Milho Guardian

**Detentora da Tecnologia:** Monsanto do Brasil Ltda.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Lepidóptera

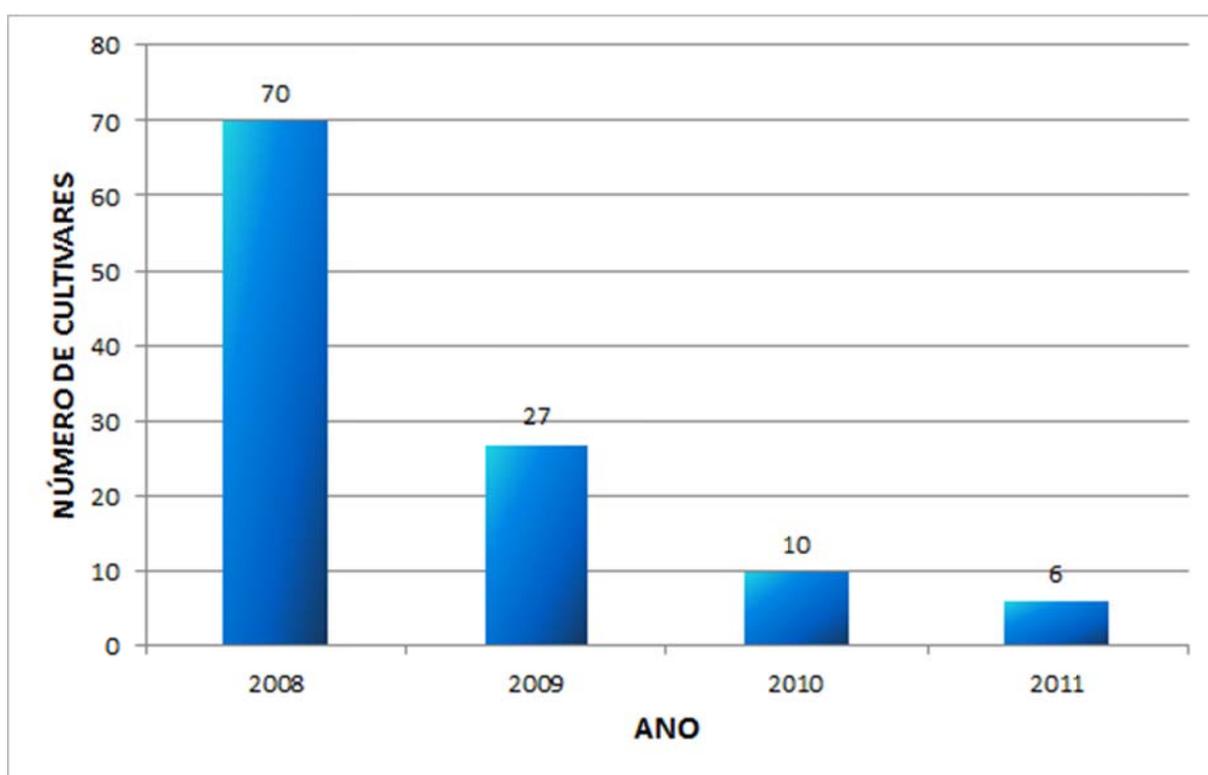
Visando um controle mais eficiente das lagartas de insetos lepidópteros, a Monsanto desenvolveu o Milho YieldGard/ Milho Guardian, que possui como característica a resistência a esses insetos. O evento MON810 foi desenvolvido com a introdução do gene *cryIAb* no milho através de processo de biobalística, no qual o gene foi integrado ao seu genoma. O gene

*cry1Ab* é proveniente da bactéria *Bacillus thuringiensis*, e codifica a proteína cry1Ab (proteína Bt) que possui efeito tóxico sobre insetos da ordem Lepidóptera.

*B. thuringiensis* é uma bactéria gram-positiva de solo que tem a capacidade de formar cristais de endotoxinas, uma proteína que possui ação inseticida “somente para os insetos-alvo citados, especificamente para lepidópteros (lagartas) que possuem, exclusivamente, em seus intestinos receptores específicos para essa proteína” (CTNBio, 2007b).

Um fator que pesou positivamente para aprovação comercial do Milho Guardian, em 2007 no Brasil é que o mesmo já era cultivado ou comercializado “em vários países (Argentina, Austrália, Canadá, China, União Europeia, Japão, Coreia, Filipinas, México, África do Sul, Suíça, Taiwan, Uruguai e Estados Unidos da América)” (CTNBio, 2007b).

No Registro Nacional de Cultivares – RNC, atualmente, existem 113 cultivares geneticamente modificadas com o evento MON810 registradas.



**Gráfico 5.** Evolução da quantidade de cultivares de milho YieldGard registradas junto ao Registro Nacional de Cultivares –RNC.

A maior parte dessas cultivares foi registradas em 2008, sabendo que o Parecer Técnico aprovando comercialmente o uso de cultivares foi expedido no segundo semestre de 2007, observou-se que a empresa Monsanto do Brasil Ltda. planejou o lançamento das principais cultivares derivadas desse evento já para a safra seguinte, do ano de 2008.

### 5.2.2. EVENTO TRANSGÊNICO: T25

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho Liberty Link (LL)

**Detentora da Tecnologia:** Bayer S.A.

**Característica Inserida:** Tolerância ao herbicida glufosinato de amônio (GA)

O evento de transformação genética T25 de milho, designado comercialmente como Liberty Link, do mesmo modo que evento A2704-12 e MON 89788 usados para soja confere tolerância ao herbicida glufosinato de amônio. Vale lembrar que a ampla utilização desse herbicida ocorre devido ao fato do mesmo ser pouco tóxico ao homem e aos animais, possuir baixa atividade residual e ser biodegradável, porém “se utilizado fora das recomendações, o herbicida glufosinato de amônio tem potencial para contaminação de cursos d’água e lençóis freáticos” (<sup>16</sup>US ENVIRONMENTAL PROTECT AGENCY – EPA, 1993 *apud* CTNBio, 2007).

A tolerância ao herbicida é conferida pelo gene *pat* que foi clonado da bactéria *Streptomyces viridochromogenes* e codificado para produção da enzima fosfinotricina-N-acetiltransferase (proteína PAT) responsável por catalisar a conversão da L-fosfinotricina (glufosinato de amônio) promovendo assim a inativação do componente ativo. O método usado pra inserção do gene nas células vegetais foi o método da eletroporação, baseado na incorporação direta de ADN em protoplastos de milho através de plasmídeo pUC/Ac usado como vetor.

A liberação comercial do Milho Liberty Link seguiu, assim como todos os outros eventos de transformação genética, todas as etapas propostas para avaliação dos riscos relacionados à saúde humana. No caso do evento T25 não houveram resultados contrários para sua liberação comercial.

Assim como ocorre nos dois eventos correspondentes para a soja, ainda não existem cultivares registradas com esse evento para o milho no RNC, principalmente devido a impedimentos legais relacionados com a falta de um plano de monitoramento pós aprovação comercial.

---

<sup>16</sup> US ENVIRONMENTAL PROTECT AGENCY – EPA. **Office of pesticides and toxicity substances. Pesticide fact sheet.** 1993. Disponível em <<http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-PEST/1997/September/Day-10/bac.pdf>>. Acessado em 30 maio. 2007.

### 5.2.3. EVENTO TRANSGÊNICO: BT 11

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho Bt/ Milho TL

**Detentora da Tecnologia:** Syngenta Seeds Ltda.

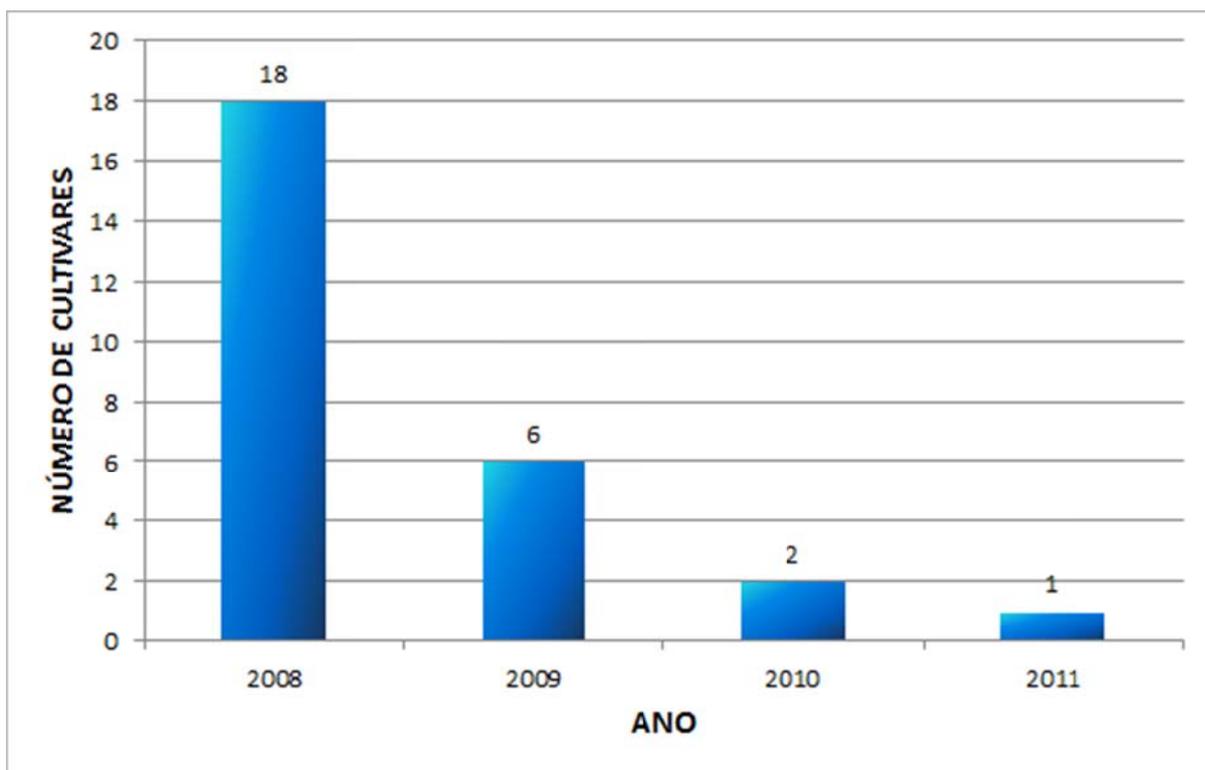
**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Lepidoptera.

O evento transgênico BT 11, à semelhança do evento MON 810, confere às progênies de milho derivadas, a resistência a insetos da ordem Lepidoptera. Além de resistência à lagartas, o Milho Bt também possui tolerância aos herbicidas que possuem como ingrediente ativo o glufosinato de amônio, representado comercialmente pelas marcas FINALE, LIBERTY, IGNITE e BASTA.

A resistência à lagartas é resultado da introdução do gene *CryIAb* no milho, o evento BT11 foi desenvolvido com a introdução desse gene através de processo de biobalística, no qual o gene foi integrado ao seu genoma, detalhes do processo de inserção do gene já foram abordados anteriormente, uma vez que ocorre da mesma forma que no evento MON 810.

Com relação a tolerância ao herbicida glufosinato de amônio (GA), conferida pelo gene *pat*, e o método usado para inserção desse gene, também já foram discutidas anteriormente, uma vez que essa característica é a mesma inserida pelo evento T25, no Milho Liberty Link(LL). De acordo com Borém (2003), quando não há resistência a glufosinato de amônio, a cultura do milho é levada, pela aplicação desse herbicida, à redução da produção de glutamina, um aminoácido essencial, e a um aumento na produção de amônia nos tecidos das plantas, resultando em sua morte.

Após comprovação da segurança ambiental e na alimentação humana e animal, o evento BT 11 foi aprovado comercialmente no Brasil e no ano 2008 teve sua primeira cultivar registrada no Registro Nacional de Cultivares. Atualmente existem 27 cultivares no RNC.



**Gráfico 6.** Evolução da quantidade de cultivares de milho Bt registradas junto ao Registro Nacional de Cultivares –RNC.

A maior quantidade de cultivares registradas no primeiro ano após a liberação comercial reflete a tendência das empresas detentoras da tecnologia em planejar o registro de versões transgênicas de suas principais cultivares já para a primeira safra após a aprovação dos eventos transgênicos.

#### 5.2.4. EVENTO TRANSGÊNICO: GA21

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho GA21/ Milho TG

**Detentora da Tecnologia:** Syngenta Seeds Ltda.

**Característica Inserida:** Tolerância ao herbicida glifosato.

Para o controle das plantas invasoras várias medidas são adotadas, porém, a mais utilizada é o emprego de herbicidas, particularmente o glifosato.

O glifosato é um composto organofosforado que não afeta o sistema nervoso e apresenta elevada eficiência na eliminação de plantas daninhas, sendo considerado pouco tóxico (classe toxicológica IV). É um herbicida de amplo espectro, não seletivo, que mata plantas por inibição da enzima sintase 5-enolpiruvil shikimate-3-fosfato (EPSPS), importante para a biossíntese de aminoácidos aromáticos (CTNBio, 2008a).

O desenvolvimento do milho transgênico resistente ao glifosato, representa uma alternativa para o controle de ervas daninhas. O evento GA21 foi produzido empregando o uso da técnica da biobalística, que consistiu no bombardeamento do material vegetal com partículas revestidas com o gene *mepsps*, uma modificação do gene *epsps* de milho. O gene *mepsps* codifica e expressa a proteína sintase duplo mutante 5-enolpiruvil shikimate-3-fosfato de milho (mEPSPS) responsável pela tolerância ao herbicida glifosato. No evento GA21, ao contrário do que ocorre com a maioria eventos transgênicos autorizados no Brasil, o organismo doador do gene é uma planta e não uma bactéria.

De acordo com <sup>17</sup>AGBIOS (2008), *apud* CTNBio (2008a) o milho GA21 já foi liberado comercialmente na Argentina, Canadá, Japão e Estados Unidos e liberado para consumo humano e animal nos Estados Unidos, Japão, Canadá, Argentina, México, África do Sul, Austrália, Nova Zelândia, Filipinas, Tailândia e China. As liberações comerciais nesses países facilitaram de certa forma o processo de liberação desse transgênico no Brasil, uma vez que em cada país foi realizada uma bateria de testes para avaliação de possíveis impactos negativos quanto ao uso dessa tecnologia.

O número de cultivares registradas com esse evento no Registro Nacional de Cultivares é de apenas duas cultivares, a cultivar denominada NP2605GA21, registrada em 2010 e a cultivar Impacto TG registrada em 2011, sendo essa segunda adaptada para praticamente todo território nacional. Ambas cultivares possuem como mantenedora a empresa Syngenta Seeds Ltda.

---

<sup>17</sup> AGBIOS. Database product description: Information on GM Approved Products: GA21. 2008.

### 5.2.5. EVENTO TRANSGÊNICO: NK603

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho Roundup Ready 2/ RR2

**Detentora da Tecnologia:** Monsanto do Brasil Ltda.

**Característica Inserida:** Tolerância ao herbicida glifosato

Como visto anteriormente, o uso de herbicidas, em particular o herbicida glifosato é muito empregado para o controle de ervas daninhas. A disseminação do emprego desse herbicida é justificada pela baixa toxicidade para mamíferos, o que de acordo com a CTNBio (2008b) ocorre devido a via biossintética de aminoácidos aromáticos não ser encontrada em animais, o que explica a atividade seletiva do glifosato em plantas.

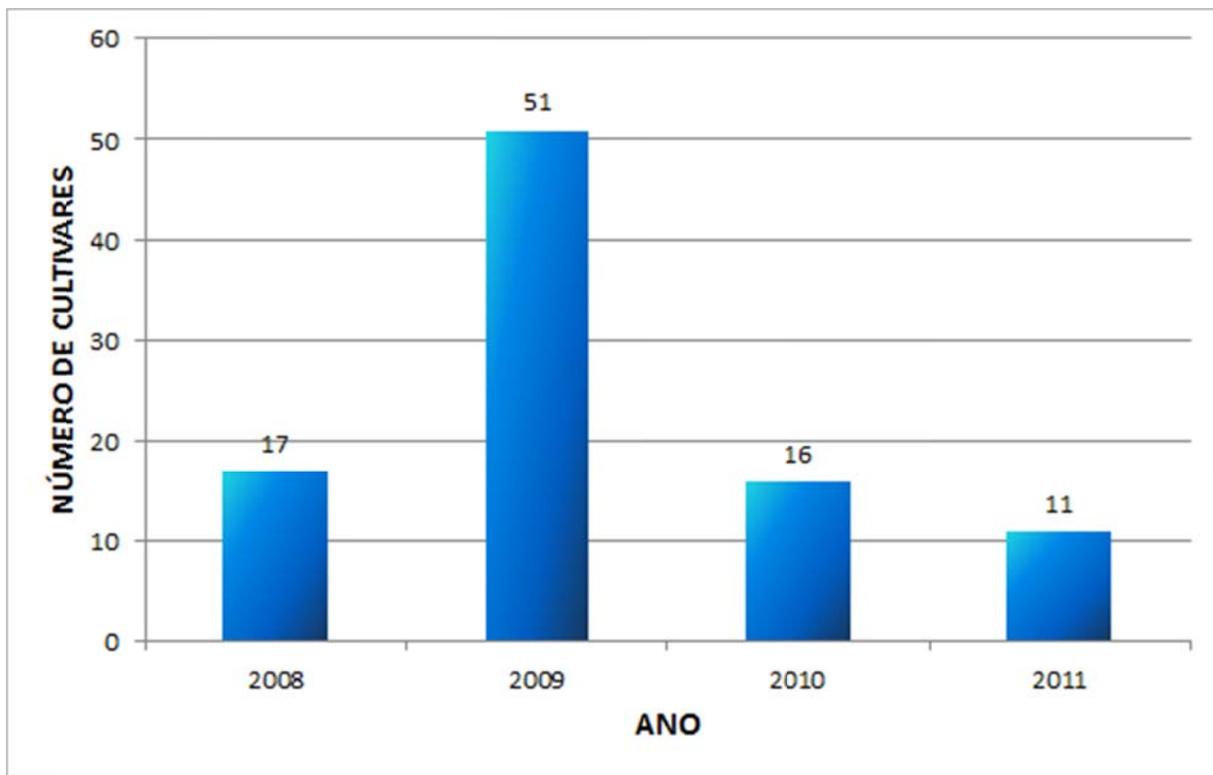
A tolerância ao glifosato no milho NK603 ocorre devido a expressão da proteína CP4 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase, ou comumente chamada de proteína CP4 EPSPS. O gene usado para codificação da enzima tolerante ao glifosato foi o gene *cp4 epsps*, obtido da bactéria *Agrobacterium tumefaciens* cepa CP4. O método usado para fazer a inserção do gene no genoma do milho foi o método da biobalística (aceleração de partículas).

O evento NK603, foi liberado pela primeira vez nos Estados Unidos para plantio e comercialização no ano de 2000 e, hoje ele já é autorizado para cultivo ou comercialização em outros países: Argentina, Austrália, Canadá, China, União Europeia, Japão, Coreia, México, Filipinas, África do Sul, Taiwan e USA. (<sup>18</sup>AGBIOS, 2008 *apud* CTNBio, 2008b)

A liberação comercial do evento de transformação genética NK603 no Brasil foi facilitada pelo histórico de cultivo de outras culturas que possuem evento transgênico autorizado baseado na expressão da proteína CP4 EPSPS e também devido ao fato dessa proteína não possuir toxicidade, não estar associada à patogenicidades e não conferir vantagem seletiva às cultivares transgênicas baseadas na presença dessa proteína.

De acordo Borém (2005), o milho tolerante ao glifosato, evento NK603, além de ser tão seguro quanto seus equivalentes convencionais, fornece inúmeros benefícios aos agricultores, tais como: sistema efetivo, flexível e simples para o controle de plantas daninhas na cultura; redução de custos pela diminuição do uso de produtos herbicidas e do número de aplicações; encorajamento para adoção de sistemas conservacionistas de cultivo; melhoria na qualidade da água em fontes vulneráveis, entre outros.

Devido a todos esses benefícios supracitados, o número de cultivares registrada com esse evento transgênico é relativamente alto, tendo no RNC, 95 cultivares registradas.



**Gráfico 7.** Evolução da quantidade de cultivares de milho Roundup Ready 2 (RR2) registradas junto ao Registro Nacional de Cultivares –RNC.

Semelhante ao que ocorre com o registro das cultivares derivadas dos eventos MON810 e BT11, o número de cultivares registradas é maior no ano seguinte a liberação comercial, porém nesse evento em questão também houveram cultivares registradas ainda em 2007, logo após a publicação do Parecer Técnico da CTNBio favorável à sua comercialização.

#### 5.2.6. EVENTO TRANSGÊNICO: TC1507

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho Bt Cry1F 1507/ Milho Herculex I

**Detentora da Tecnologia:** Agrosiences Dow Industrial Ltda. e Du Pont do Brasil S.A.– Divisão Pioneer Sementes

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Lepidóptera e tolerância ao herbicida glufosinato de amônio (GA).

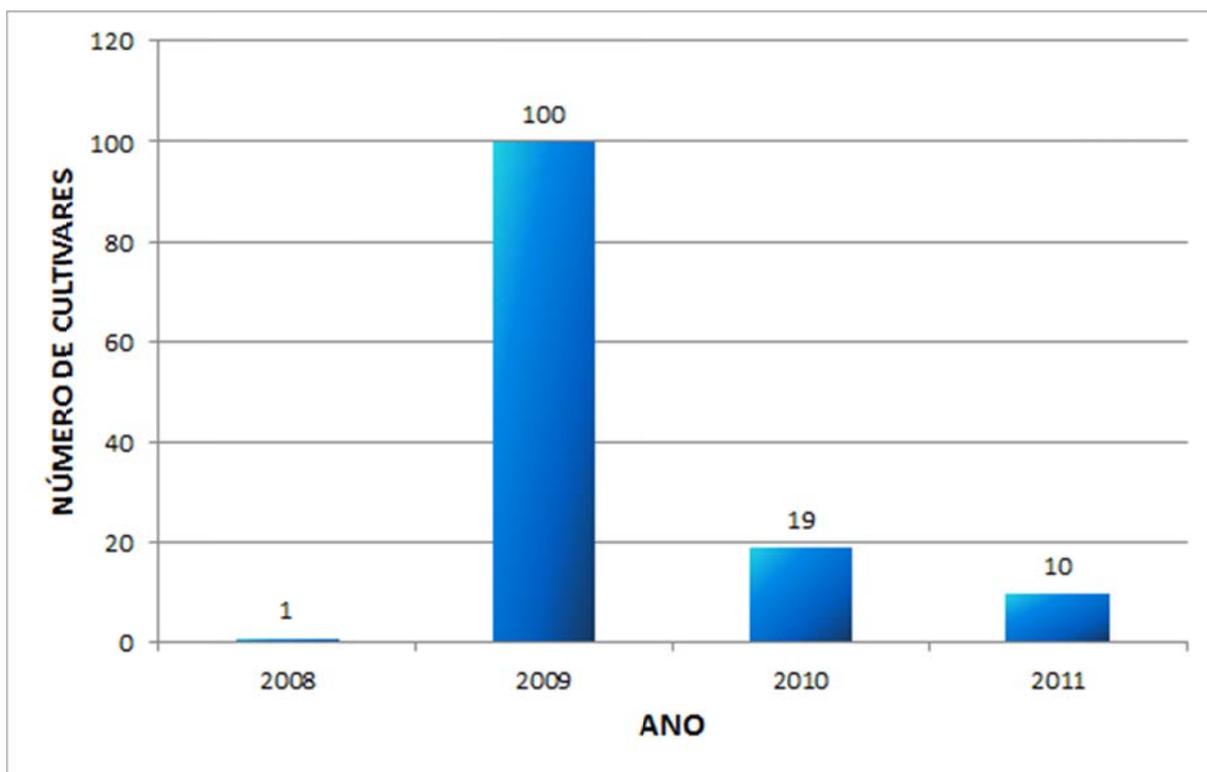
As cultivares derivadas do evento TC1507 possuem como característica a resistência a insetos-praga da ordem Lepidóptera e também a tolerância a herbicidas derivados de fosfinotricina, como o glufosinato de amônio (GA).

O método usado para realização da transformação genética foi o método da biobalística, conhecido também como aceleração de partículas. Os genes inseridos no milho, responsáveis pela resistência a insetos e tolerância ao glufosinato de amônio são respectivamente os genes *cry1F* e o *pat*. O gene *cry1F* codifica a proteína cry1F, que possui ação inseticida, essa proteína é derivada de *Bacillus thuringiensis*, uma bactéria de solo, gram positiva da família Bacillaceae, que produz inclusões protéicas cristalinas, capazes de produzir proteínas chamadas de delta-endotoxinas, que quando transformadas no intestino do inseto, em peptídeos, se tornam tóxicos.

Além da resistência a insetos, o milho TC1507 contém o gene *pat* que é derivado de *Streptomyces viridochromogenes* cepa Tu494 o qual é responsável por codificar a enzima fosfinotricina N-acetiltransferase (PAT) cuja sequência apresenta 183 aminoácidos e é idêntica a proteína PAT presente em híbridos de milhos geneticamente modificados liberados comercialmente. A enzima recombinante PAT é capaz de inativar quimicamente herbicidas derivados de fosfinotricina, como o glufosinato de amônio, tornando resistentes as células e os vegetais que as contêm (CTNBio, 2008c).

A liberação comercial do milho Herculex I/ Bt Cry1F 1507 no Brasil ocorreu em 2008 e seu uso comercial já vinha ocorrendo nos Estados Unidos desde 2001, Canadá (2002), África do Sul (2002), Japão (2002), Coreia (2002), México (2003), Austrália (2003), Filipinas (2003), Taiwan (2003), China (2004), Argentina (2005), Colômbia (2006), e União Europeia (2006), sem que se tenha identificado problemas relacionados ao seu uso. (CERA – Center of Environmental Risk Assessment, 2011).

Após a liberação comercial do evento TC1507 já foram registradas 130 cultivares junto ao RNC. O alto número de cultivares que possuem esse evento é esperado, uma vez que esse evento insere duas características de interesse nas cultivares desenvolvidas.



**Gráfico 8.** Evolução da quantidade de cultivares de milho Herculex I registradas junto ao Registro Nacional de Cultivares –RNC.

Seguindo a tendência, a maior parte das cultivares de milho Milho Herculex I foram registradas no ano seguinte à liberação comercial do evento, em 2009. No ano da liberação, em 2008, somente uma cultivar foi registrada devido ao fato do Parecer Técnico da CTNBio ter sido expedido em dezembro.

#### **5.2.7. EVENTO TRANSGÊNICO: BT11 X GA21**

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho Bt11 x GA21/ Milho TL/TG

**Detentora da Tecnologia:** Syngenta Seeds Ltda.

**Característica Inserida:** Tolerância ao herbicida glifosato e resistência a insetos Lepidópteros

O milho TL/TG como é conhecido comercialmente, é o milho que possui o evento de transformação genética Bt11 x GA21. Tal evento transgênico insere duas características: a resistência a insetos e a tolerância a herbicidas.

A resistência a insetos é conferida pelo evento Bt11 e a tolerância a herbicida é

inserida pelo evento GA21. As duas características desse evento foram resultantes de cruzamentos, obtidos por melhoramento genético clássico de parentais de milho geneticamente modificadas contendo esses dois eventos transgênicos isoladamente. Ao longo do desenvolvimento do Milho Bt11 x GA21/ Milho TL/TG não houveram outras modificações genéticas além da inserção de ambos os eventos isolados. Vale lembrar que ambos já estavam aprovados previamente para liberação comercial no Brasil. A descrição completa de cada evento já foi mostrada anteriormente neste capítulo.

Antes do evento em questão ser aprovado no Brasil, já era liberado comercialmente nos Estados Unidos, Canadá, Japão, México, Coréia e Filipinas e após sua autorização no Brasil foi liberado na Argentina e no Uruguai.

No Registro Nacional de Cultivares existem 7 cultivares registradas, a mantenedora das mesmas é a Syngenta Seeds Ltda. No ano de 2010 foram registradas 5 cultivares e do início do ano de 2011 foram registradas outras duas.

#### **5.2.8. EVENTO TRANSGÊNICO: MIR 162**

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho MIR162/ Milho Viptera

**Detentora da Tecnologia:** Syngenta Seeds Ltda.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da classe dos Lepidópteros.

O evento MIR 162 foi desenvolvido através de transformação mediada por *Agrobacterium tumefaciens* em embriões imaturos milho, sendo esse um método eficiente para o desenvolvimento de transformantes contendo insertos simples e com baixo número de cópias. O gene que confere a resistência ao ataque de lepidópteros-praga é a sequência de gene denominada *vip3Aa20*, obtido através de modificações na sequência original do gene *Vip3Aa*, “uma modificação ocasionada pelo processo de transformação resultou em uma diferença em dois códons do gene *vip3Aa19* inserido, sendo então denominado *vip3Aa20* no milho MIR162” (CTNBio, 2010 c). A sequência *vip3Aa20* é responsável pela expressão da proteína tóxica *Vip3Aa20* que é uma proteína de *Bacillus thuringiensis*.

Segundo Estruch *et al.* (1996), *Bacillus thuringiensis* é uma bactéria que produz diversas proteínas, conhecidas como proteínas Cry e Vip (de “*Vegetative Insecticidal*

*Proteins*”) altamente tóxicas a determinados tipos de insetos como lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*), lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*).

Atualmente o evento já está autorizado para alimentação humana e animal nos seguintes países: Argentina, Brasil, Canadá, Japão, Coreia, México, Filipinas e Estados Unidos. Autorizado somente para alimentação animal na Colômbia e para alimentação humana na Austrália e em Taiwan. O Milho Viptera já é usado desde 2008 nos Estados Unidos e nunca foi relatado nenhum tipo de problema advindo da adoção dessa tecnologia.

A coexistência entre cultivares de milho transgênico e cultivares convencionais, sejam elas híbridos comerciais ou de polinização aberta, é possível, porém no Brasil deve-se observar o disposto na Resolução Normativa nº 4 da CTNBio.

Existem atualmente 11 cultivares registradas no Registro Nacional de Cultivares RNC, com o evento MIR162. Em 2010 foram registradas 8 e em 2011 foram registradas 3 cultivares. As cultivares registradas com esse evento transgênico são adaptadas para todas as regiões produtoras de milho no Brasil, onde praticamente todas elas são adaptadas a pelo menos um estado de cada macrorregião edafoclimática.

#### **5.2.9. EVENTO TRANSGÊNICO: MON810 X NK603**

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho MON810 x NK603/ Milho YieldGard/RR2

**Detentora da Tecnologia:** Monsanto do Brasil Ltda.

**Característica Inserida:** Tolerância ao herbicida glifosato e resistência a insetos da ordem Lepidóptera

Assim como acontece no evento Bt11 x GA21, no evento MON810 x NK603 duas características advindas de dois eventos isolados são inseridas em uma única planta através do cruzamento do milho NK603 com o milho MON 810 fazendo uso de melhoramento genético clássico. As duas características inseridas foram a tolerância ao herbicida glifosato e a resistência a insetos da ordem Lepidóptera. O gene *cp4epsps*, herdado do evento NK603 é responsável pela tolerância ao herbicida glifosato, enquanto o gene *cry1Ab*, herdado do milho YieldGard confere a resistência a insetos da ordem Lepidóptera.

A eficácia do evento em questão foi comprovada pela análise “do genótipo MON 810 x NK603 que demonstrou que os níveis de tolerância ao glifosato esperados eram semelhantes ao do milho NK603, enquanto os níveis de resistência a insetos esperados eram, de igual forma, semelhantes aos do milho MON 810.” (CTNBio, 2009b)

Os detalhes sobre a forma de ação dos genes e a técnica usada para inserção das características nos dois eventos já foram abordados anteriormente e podem ser observados na descrição de cada evento separadamente.

Em 2009 o Milho YieldGard/RR2 teve sua liberação comercial aprovada pela CTNBio e desde então as sementes de cultivares que possuem essa tecnologia já se encontram disponíveis no mercado. Existem 36 cultivares registradas com esse evento no RNC, sendo que em 2010 foram registradas 28 cultivares e em 2011 outras 8.

#### **5.2.10. EVENTO TRANSGÊNICO: TC1507 X NK603**

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho TC 1507 x NK603/ Milho Herculex/RR2

**Detentora da Tecnologia:** Du Pont do Brasil SA – Divisão Pioneer Sementes e Dow AgroSciences Industrial Ltda.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Lepidóptera, tolerância ao herbicida glufosinato de amônio (GA) e tolerância ao herbicida glifosato.

O Milho Herculex/RR2 possui como característica a resistência a insetos da ordem Lepidóptera, tolerância ao herbicida glufosinato de amônio (GA) e a tolerância ao herbicida glifosato. Todas essas características foram inseridas pelo evento de transformação genética TC1507 x NK603, que foi desenvolvido através de melhoramento genético clássico, por cruzamento sexual entre linhagens de plantas de milho geneticamente modificadas que possuíam o evento NK603 e o evento TC 1507.

A característica de resistência a insetos da ordem Lepidóptera e tolerância aos herbicidas derivados de fosfinotricina (glufosinato de amônio) é conferida pelo evento TC1507, que como já foi mostrado possui os genes *cryIF* derivado de *Bacillus thuringiensis* e o gene *pat* que é derivado de *Streptomyces viridochromogenes*. O gene *cryIF* protege as plantas pois consegue exercer uma atividade inseticida sobre as pragas alvo, já o gene *pat*

consegue inativar quimicamente herbicidas, tornando as células vegetais que contém esse gene resistentes ao glufosinato de amônio.

O evento NK603 por sua vez, inseriu a característica de tolerância ao herbicida glifosato, conferida pelo gene *cp4 epsps*, obtido através da bactéria *Agrobacterium tumefaciens*. Os métodos usados para obtenção dos dois eventos transgênicos já foram discutidos isoladamente, assim como a maneira que os genes presentes nos mesmos exercem suas funções.

O evento TC1507 x NK603 possui como vantagem a quantidade de características inseridas, e “o uso de milho contendo eventos piramidados representa uma tendência futura - que vem a atender a demanda de produtores - ao combinar duas características de importância agrônômica em um mesmo híbrido, possibilitando um melhor manejo de pragas” (ARAGÃO; ANDRADE, 2010).

Antes de ser liberado comercialmente no Brasil, o evento TC1507 x NK603 já era autorizado no México, Coreia, Japão, Filipinas, Canadá, União Europeia e Argentina. No Brasil o comércio e o registro só foram autorizados em 2009 e até então já existem 60 cultivares registradas com esse evento junto ao Registro Nacional de Cultivares, sendo que desse total, 48 foram registradas em 2010 e no ano seguinte foram registradas 12 cultivares.

#### **5.2.11. EVENTO TRANSGÊNICO: MON89034**

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho PRO/ Milho MON 89034

**Detentora da Tecnologia:** Monsanto do Brasil Ltda.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Lepidóptera.

O evento MON89034, assim como outros eventos de transformação genética que já são autorizados no Brasil, confere a resistência a insetos da ordem Lepidóptera. A diferença destacável desse evento para os demais é a quantidade de proteínas expressas, que no caso do evento MON89034 são duas, diferente dos demais eventos, em que o milho geneticamente modificado expressa apenas uma proteína.

Comparado ao milho contendo o evento isolado MON 810, o milho MON 89034 controla um espectro maior de pragas. O milho MON 89034 fornece controle eficaz contra a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) durante toda a safra. Além disso, o milho MON 89034 fornece proteção significativamente maior contra danos causados pela lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*) quando comparado ao milho geneticamente modificado expressando apenas uma proteína, e um elevado controle de espécies de *Ostrinia*, como a broca européia do milho e a broca asiática do milho, e de *Diatraea*, como a broca-do-colmo. (CTNBio, 2009c)

A técnica utilizada para produção do Milho PRO foi a baseada na transformação genética mediada por *Agrobacterium tumefaciens*, no qual os genes *Cry1A.105* e *Cry2Ab2* ambos doados pelo organismo *B. thuringiensis*, ao serem inserido no híbrido LH172 expressam respectivamente as proteínas *Cry1A.105* e *Cry2Ab2*, que se caracterizam por serem proteínas que possuem ação inseticida sobre lepidópteros-praga da cultura do milho, que no Brasil são representadas principalmente pela lagarta-da-espiga, a broca-do-colmo e a lagarta-do-cartucho.

A combinação de duas proteínas inseticidas em uma única cultivar, além de aumentar o espectro de controle fornece uma gestão muito mais eficaz com relação ao uso de transgênicos. Segundo CERA (2009), resultados de diversos testes indicam que plantas derivadas de biotecnologia expressando duas proteínas *Cry*, possuem durabilidade muito maior do que plantas produzidas com apenas uma proteína, já que as proteínas *Cry1A.105* e *Cry2Ab2* têm importantes diferenças no seu modo de ação, especificamente na forma como elas se ligam ao intestino médio dos insetos Lepidópteros. Portanto, a probabilidade de resistência cruzada entre essas duas proteínas é baixa.

Diante dos benefícios apresentados pelo uso de cultivares derivadas desse evento, em 2009 a CTNBio liberou comercialmente o evento MON89034. Existem 54 cultivares registradas com esse evento. No ano de 2010 foram registradas 27 e em 2011 também foram registradas 27 cultivares.

#### 5.2.12. EVENTO TRANSGÊNICO: BT11 X MIR162 X GA21

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho TL TG Viptera/ Milho Bt11 x MIR162 x GA21

**Detentora da Tecnologia:** Syngenta Seeds Ltda.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Lepidóptera e tolerância ao herbicida glifosato.

O evento Bt11 x MIR162 x GA21 é um evento piramidado, que possui como característica a resistência a insetos da ordem Lepidóptera e a tolerância ao herbicida glifosato. A resistência a insetos é conferida pelos eventos Bt11 e MIR162 e a tolerância aos produtos herbicidas contendo glifosato é inserida pelo evento GA21. O Milho TL TG Viptera, como é conhecido comercialmente, foi desenvolvido da mesma maneira que os outros eventos combinados já mencionados, ou seja, através de melhoramento genético clássico, por cruzamento sexual entre linhagens geneticamente modificadas contendo os eventos Bt11, MIR162 e GA21 separadamente.

Além da tolerância ao herbicida glifosato por meio da expressão do evento GA21, a combinação dos modos distintos de ação das proteínas Cry1Ab e VIP3A provenientes dos eventos Bt11 e MIR162 permitirá a preservação da tecnologia de resistência a insetos por mais longo prazo, garantindo assim seu emprego no manejo integrado de pragas da cultura do milho no Brasil. (CTNBio, 2010d)

Os três genes que conferem as características supracitadas são o *cry1Ab*, proveniente do evento Bt11 e obtido através de *Bacillus thuringiensis*, responsável pela resistência a certos insetos lepidópteros; o gene *vip3Aa20*, conseguido pelo evento MIR162, responsável pela expressão da proteína tóxica para insetos Vip3Aa20 que também é uma proteína de *Bacillus thuringiensis* e o gene *mepsps*, uma modificação do gene *epsps* isolado de plantas de milho e obtido através do evento GA21, conferindo então a resistência ao herbicida glifosato.

O uso de cultivares transgênicas derivadas desse evento pode representar uma

alternativa para o uso de inseticidas e herbicidas, diminuindo os impactos negativos causados pela agricultura sobre o ambiente e sobre o homem, uma vez que a ocorrência de intoxicação e poluição ambiental decorrente do manejo incorreto de inseticidas e herbicidas é muito comum. Diante do exposto, em 2010 a CTNBio aprovou comercialmente o uso de cultivares contendo esse evento combinado. O milho Bt11, milho MIR162 e milho GA21, como já mostrado, já haviam sido aprovados para liberação comercial pela CTNBio.

Existem cinco cultivares registradas com esse evento de transformação genética junto ao RNC. As cultivares denominadas comercialmente como TLTG Viptera foram registradas em 2011 e maioria delas é adaptada à maior parte dos estados brasileiros.

### **5.2.13. EVENTO TRANSGÊNICO: MON89034 X NK603**

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho PRO2/ Milho MON 89034 x NK 603

**Detentora da Tecnologia:** Monsanto do Brasil Ltda.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Lepidóptera e tolerância ao herbicida glifosato.

O evento piramidado MON89034 x NK603 expressa duas proteínas inseticidas e uma proteína que permite a tolerância ao herbicida glifosato. O evento MON89034 produz as proteínas inseticidas Cry1A.105 e Cry2Ab2, que são ativas contra lepidópteros-praga da cultura do milho, essas duas proteínas são codificadas pela expressão dos genes *cry1A.105* e *cry2Ab2* (derivados de *Bacillus thuringiensis*). A tolerância ao herbicida glifosato, obtida pelo evento NK603, é fornecida pela proteína CP4 EPSPS, codificada pelo gene *cp4 epsps* (derivado de *Agrobacterium* sp. cepa CP4). As características de cada evento foram combinadas através cruzamento, usando o melhoramento tradicional de plantas.

Os genes inseridos têm uma história de uso seguro no Brasil e em outros países, uma vez que os eventos MON89034 e NK603 foram submetidos a várias análises e aprovações realizadas pelas agências reguladoras dos países onde foram aprovados separadamente. Atualmente, além do Brasil, os países que possuem o evento MON89034 x NK603 liberado comercialmente são: Japão, México, Coreia do Norte, Filipinas, Taiwan e Estados Unidos.

No final do ano de 2010 o evento MON89034 x NK603 teve sua liberação comercial

aprovada pela CTNBio e desde então as sementes de cultivares que possuem essa tecnologia já se encontram disponíveis no mercado. Foram registradas 14 cultivares com esse evento no Registro Nacional de Cultivares, todas em 2011.

#### **5.2.14. EVENTO TRANSGÊNICO: MON88017**

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho MON88017

**Detentora da Tecnologia:** Monsanto do Brasil Ltda.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Coleóptera, gênero *Diabrotica* e tolerância ao herbicida glifosato.

O evento de transformação genética MON88017 confere ao milho a tolerância ao herbicida glifosato e a proteção contra danos causados pelos insetos coleópteros do gênero *Diabrotica*. Alguns insetos praga dessa ordem podem atacar as raízes da planta do milho, como por exemplo, as larvas de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) que “ao se alimentarem das raízes adventícias do milho, deformam as plantas, deixando-as mais suscetíveis ao acamamento, as quais podem eventualmente tornar-se recurvadas, o que origina o sintoma conhecido como pescoço de ganso.” (MONSANTO DO BRASIL, 2010)

Vale ressaltar que os danos supracitados, causados pelas larvas de *Diabrotica speciosa*, ocorrem em um período inicial de desenvolvimento da planta, compreendido entre um e dois meses. Quando estão na fase adulta, esses insetos vulgarmente conhecidos como “vaquinha”, passam a se alimentar das folhas do milho, o que de acordo com a CTNBio (2010e) pode ser confundido com os danos iniciais da lagarta do cartucho. Outros danos causados pelos adultos e pelas larvas de *D. speciosa* são: a limitação da capacidade produtiva; perdas de rendimento; e prejuízos na fertilização e formação dos grãos.

O milho MON 88017, assim como o milho Viptera (evento MIR 162), foi produzido por transformação de embriões imaturos de milho, mediada por *Agrobacterium tumefaciens*. O evento MON88017 produz a proteína CP4 EPSPS, que é produto da expressão do gene *cp4 epsps*, tal proteína confere tolerância ao glifosato. A resistência a insetos da ordem Coleóptera, gênero *Diabrotica*, é conferido pela proteína Cry3Bb, produto da expressão do gene *cry3Bb1*.

O organismo doador do gene *cry3Bb1* é a bactéria *Bacillus thuringiensis*, enquanto que o doador do gene *cp4 epsps* é a bactéria *Agrobacterium* sp. cepa CP4, que produz uma proteína EPSPS naturalmente tolerante ao glifosato. (CTNBio, 2010e).

O primeiro país que teve esse evento aprovado foi os Estados Unidos (2005), seguido por Canadá (2006), Austrália (2006), Japão (2006), Coreia (2006), México (2006), Filipinas (2006), Taiwan (2006), China (2007), União Europeia (2009), Argentina (2010). O Brasil só liberou o uso de cultivares de soja derivadas desse evento no final de 2010 e desde então só foram registradas duas cultivares com esse evento no Registro Nacional de Cultivares, ambas em 2011.

#### **5.2.15. EVENTO TRANSGÊNICO: MON89034 X TC1507 X NK603**

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho Power Core/ “PW/Dow” / Milho MON 89034 x TC 1507 x NK603

**Detentora da Tecnologia:** Monsanto do Brasil Ltda. e Dow AgroSciences Industrial Ltda.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Lepidóptera, tolerância ao herbicida glufosinato de amônio (GA) e tolerância ao herbicida glifosato.

O evento MON89034 x TC1507 x NK603, dos eventos transgênicos já liberados comercialmente no Brasil, é até o momento o que possui maior quantidade de proteínas expressas, cinco. Esse evento piramidado, representa a nova tendência do desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas, baseadas na combinação e inserção de vários genes que conferem características de resistência a um espectro maior de pragas e tolerância a mais de um produto herbicida.

No caso do evento MON89034 são duas proteínas expressas, *Cry1A.105* e *Cry2Ab2*, diferentemente dos demais eventos isolados em que o milho geneticamente modificado expressa apenas uma proteína. A expressão dessas duas proteínas ocorre devido a inserção dos genes *Cry1A.105* e *Cry2Ab2*, ambos doados pelo organismo *B. thuringiensis* através de técnica baseada na transformação genética mediada por *Agrobacterium tumefaciens*. Por isso o milho MON 89034 controla um espectro maior de pragas.

O evento TC1507 insere a característica de resistência a insetos-praga da ordem Lepidóptera e também a tolerância a herbicidas derivados de fosfinotricina, como o

glufosinato de amônio (GA), através da expressão das proteínas cry1F, codificado pelo gene *cry1F*, derivado de *Bacillus thuringiensis* e enzima PAT, (idêntica a proteína PAT), codificada pelo gene *pat* que é derivado de *Streptomyces viridochromogenes*. Detalhes sobre o método usado para realização da transformação genética podem ser observadas na descrição individual do evento TC1507.

A tolerância ao glifosato no milho NK603 ocorre devido à expressão da proteína CP4 EPSPS. O gene usado para codificação da enzima tolerante ao glifosato foi o gene *cp4 epsps*, obtido da bactéria *Agrobacterium tumefaciens*, inserido no genoma do milho através do método da biobalística (aceleração de partículas).

O milho MON 89034 x TC1507 x NK603 é resultado da parceria tecnológica entre as entidades supra mencionada e contém os eventos de transformação genética MON 89034, TC1507 e NK603. Os eventos individuais MON 89034 e NK603 foram combinados por técnicas clássicas de melhoramento de milho ao evento TC1507 para gerar o milho MON 89034 x TC1507 x NK603. Esses eventos individuais foram avaliados pela CTNBio durante o período de 2008 a 2009 onde recebeu parecer aprovando a biossegurança (CTNBio, 2010f).

Após comparações da eficácia do evento MON89034 x TC1507 x NK603, quando comparado com a eficácia dos eventos individuais, o Parecer Técnico da CTNBio que aprova a comercialização de cultivares derivadas desse evento foi publicado em 2010. Após liberação comercial, já foram registradas junto ao RNC 4 cultivares de Milho Power Core, todas em 2001.

#### **5.2.16. EVENTO TRANSGÊNICO: TC1507 X MON810 X NK603**

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho HX YG RR2 / Milho TC1507 x MON810 x NK603

**Detentora da Tecnologia:** Du Pont do Brasil SA – Divisão Pioneer Sementes.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Lepidóptera, tolerância ao herbicida glufosinato de amônio (GA) e tolerância ao herbicida glifosato.

O evento transgênico TC1507 x MON810 x NK603, assim como os outros eventos

obtidos por piramidação gênica, foi desenvolvido a partir do cruzamento, por melhoramento genético clássico, dos eventos de milho TC1507, MON810 e NK603. O evento TC1507 (Herculex I), contribuiu com os genes *cryIF* e *pat*, o primeiro foi isolado de *Bacillus thuringiensis* e insere a característica de resistência a certos insetos da ordem Lepidóptera, considerados praga na cultura do milho, já o gene *pat* confere a tolerância ao herbicida glufosinato de amônio (GA) e foi isolado de *Streptomyces viridochromogenes*. Outro gene que expressa uma proteína cry é o gene herdado do parental MON810 (YieldGard), o gene *cryIAb*, que também foi obtido de *Bacillus thuringiensis* e insere a característica de resistência a insetos. A tolerância ao herbicida glifosato, herdada do evento NK603 (Roundup Ready 2), é conferida pela proteína CP4 EPSPS, codificada pelo gene *cp4 epsps* obtido de *Agrobacterium tumefaciens*.

Estão presentes nesse evento piramidado quatro diferentes genes, que são responsáveis pela expressão de duas proteínas que conferem resistência a insetos e outras duas associadas a tolerância a herbicidas.

A combinação de dois eventos que tem por objetivo o controle de pragas da mesma ordem tem por objetivo somar o espectro de ação das duas proteínas provenientes de *Bacillus thuringiensis*, bem como serve como mais uma ferramenta para o Manejo de Resistência das Pragas às proteínas individuais. Já a combinação de duas proteínas que conferem tolerância a diferentes moléculas herbicidas vai dar uma maior flexibilidade no controle de plantas daninhas, podendo também ser utilizado no Manejo de Resistência destas. (CTNBio, 2011a).

Apesar de todos os benefícios supracitados, ainda não existem cultivares registradas com o evento TC1507 x MON810 x NK603 no Registro Nacional de Cultivares, principalmente devido ao fato de ter sido aprovado comercialmente pela CTNBio há pouco tempo.

#### **5.2.17. EVENTO TRANSGÊNICO: TC1507 X MON810**

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho TC1507 x MON810

**Detentora da Tecnologia:** Du Pont do Brasil SA – Divisão Pioneer Sementes.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Lepidóptera e tolerância ao

herbicida glufosinato de amônio (GA).

A diferença do milho TC1507 x MON810 para milho TC1507 x MON810 x NK603 é que no primeiro não se observa a característica de tolerância ao herbicida glifosato e as características inseridas nesse milho estão restritas a resistência a insetos da ordem Lepidóptera e tolerância ao herbicida glufosinato de amônio (GA).

Os dois eventos envolvidos na obtenção do milho TC1507 x MON810 foram obtidos por métodos baseados na aceleração de partículas ou biobalística e através de melhoramento convencional, resultante do cruzamento desses dois eventos é que se obteve o milho TC1507 x MON810. As proteínas responsáveis pelas características inseridas, oriundas desses dois eventos, são destacadas no trecho abaixo:

O evento TC 1507 inclui os genes *cry1F*, que confere proteção a insetos lepidópteros, e *Pat* que confere tolerância ao herbicida glufosinato de amônio. A proteína Cry1F controla importantes lepidópteros, que constituem pragas para o milho, e danificam as plantações. A proteína PAT torna a planta tolerante a herbicidas formulados com glufosinato de amônio. O milho MON 810 produz a proteína Cry1Ab, que também controla insetos lepidópteros, que representam pragas para o milho. (CTNBio, 2011b).

Tanto o evento MON810 quanto o evento TC1507 já foram abordados anteriormente e maiores detalhes sobre os mesmos podem ser vistos na descrição individual dos dois produtos. Não existem ainda cultivares registradas com esse evento de transformação genética junto ao Registro Nacional de Cultivares – RNC devido ao pouco tempo de aprovação comercial concedida pela CTNBio, mesmo motivo apresentado para o evento transgênico anterior.

#### **5.2.18. EVENTO TRANSGÊNICO: MON89034 x MON88017**

**Espécie:** *Zea mays* L.

**Designação:** Milho MON 89034 x MON 88017

**Detentora da Tecnologia:** Monsanto do Brasil Ltda.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Lepidóptera, resistência a insetos da

ordem Coleóptera, gênero *Diabrotica* e tolerância ao herbicida glifosato.

O último evento transgênico de milho aprovado para comercialização pela CTNBio foi o evento MON89034 x MON88017, no dia 15 de setembro de 2011. Esse evento confere ao milho a resistência a insetos da ordem Lepidóptera, resistência a insetos da ordem Coleóptera do gênero *Diabrotica* e tolerância ao herbicida glifosato. A resistência a insetos da ordem Coleóptera, gênero *Diabrotica* e tolerância ao herbicida glifosato é conferida pelo evento MON88017 e a resistência a insetos da ordem Lepidóptera é conferida pelo evento MON89034. Ambos os eventos já foram liberados comercialmente pela CTNBio e sua descrição detalhada já foi mostrada anteriormente.

Segundo a CTNBio (2011c), a combinação desses dois eventos tem por objetivo propiciar aos agricultores no Brasil a possibilidade de reduzir as perdas de rendimento pela pressão de plantas daninhas e pela ocorrência de pragas de raiz do gênero *Diabrotica* e lepidópteros-praga.

O evento transgênico combinado MON89034 × MON88017 expressa três proteínas inseticidas e uma proteína que permite a tolerância ao glifosato. As proteínas Cry1A.105 e Cry2Ab2 produzidas pelo evento MON89034 são ativas contra insetos lepidópteros, importantes pragas da cultura do milho e o evento MON88017 produz a proteína Cry3Bb1, que confere tolerância à larvas do gênero *Diabrotica*. Todas as três proteínas inseticidas são provenientes de *Bacillus thuringiensis*. A tolerância ao herbicida glifosato, obtida do evento MON88017, é fornecida pela proteína CP4 EPSPS, produzida pela expressão do gene *cp4 epsps* de *Agrobacterium* sp. As características de cada evento foram combinadas através de melhoramento convencional resultante do cruzamento entre os eventos MON89034 e MON88017.

Antes de ser liberado comercialmente no Brasil, o milho MON89034 x MON88017 já encontrava-se aprovado “nos Estados Unidos, na Argentina (2010), no Japão (2008), no México (2010), na Coreia do Sul (2009), nas Filipinas (2009) e em Taiwan (2009). Recebeu também aprovação da European Food Safety Authority (EFSA) para uso na União Europeia em março de 2010. (CTNBio, 2011c).

No Brasil, tal evento só foi liberado em setembro de 2011 e devido ao pouco tempo de aprovação comercial ainda não existem cultivares transgênicas derivadas desse evento disponíveis no mercado.

### 5.3. EVENTOS TRANSGÊNICOS DE ALGODÃO AUTORIZADOS NO BRASIL

Segundo Beltrão (2003), o algodoeiro cultivado comercialmente pode ser representado por espécies distintas como o *Gossypium barbadense*, *Gossypium aboreum*, *Gossypium herbaceum* e *Gossypium hirsutum*, sendo essa última a mais importante devido a maior adaptabilidade e a alta produtividade, representando assim maior parte do algodão cultivado no Brasil e nos outros países produtores, com produção na ordem de 90% do total da fibra de algodão produzida no mundo, sendo essa a responsável por mais de 40% da vestimenta da humanidade.

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), pertencente a família Malvaceae, é um vegetal alotetraplóide, nativo do México e sexualmente compatível com todas as demais espécies alotetraplóides do mesmo gênero. (CTNBio, 2008d)

Os algodoeiros são plantas notáveis em seus aspectos utilitários, os quais incluem fibras fiáveis e sementes oleaginosas e protéicas usadas na alimentação animal e humana. Suas espécies foram melhoradas pelo homem desde a antiguidade, tanto no velho quanto no novo mundo. O algodão (*Gossypium spp.*) é uma planta domesticada pelo homem desde o ano 3000 a.C. é cultivada em todos os continentes. Sua principal utilização é a produção de fibras e alimentação, especialmente de animais. (CTNBio, 2010g)

No Brasil é uma das plantas cultivadas mais importantes, principalmente devido à complexidade de sua cadeia produtiva que emprega grande quantidade de mão-de-obra, desde o plantio até o beneficiamento da fibra na indústria têxtil. No Brasil, essa planta é cultivada tanto em propriedades pequenas, que realizam operações de maneira manual e artesanal quanto em grandes propriedades que se baseiam no emprego de tecnologia nas operações envolvidas no cultivo. Os tipos de algodoeiro produzidos no Brasil são: o algodoeiro convencional, o algodoeiro de fibra naturalmente colorida, o algodoeiro orgânico, o algodoeiro agroecológico e o algodoeiro transgênico. O algodoeiro transgênico quase sempre é usado por propriedades tecnificadas e que empregam tecnologia de ponta.

O algodoeiro é susceptível ao ataque de diversas pragas e para o controle das mesmas é quase sempre empregado o uso de inseticidas, que além de representar elevados custos na

produção, quando usados de maneira inadequada e em excesso levam a impactos ambientais negativos, como a diminuição da população de organismos benéficos e a possibilidade de surgimento de insetos resistentes.

Entre as principais pragas do algodão no Brasil, destacam-se o curuquerê (*Alabama argillacea*), a lagarta-da-maçã (*Heliothis virescens*), a lagarta-rosada (*Pectinophora gossypiella*), a lagarta do cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*), o pulgão (*Aphis gossypii*), o percevejo rajado (*Horcias nobilellus*) e o bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*). (CTNBio, 2009d)

Apesar da variação dos métodos de controle e do nível tecnológico adotado entre as regiões produtoras, em muitas situações é registrada a necessidade de 12 a 14 pulverizações, ou mais, para o controle de insetos e ácaros (RICHETTI *et al.*, 2004).

O uso de cultivares transgênicas de algodão representa inúmeras vantagens e dentre as principais destaca-se a redução no número de aplicação de inseticidas, diminuindo assim a depreciação dos equipamentos envolvidos nessa operação e aumento da população de inimigos naturais de insetos-praga, diminuindo as perdas.

Há necessidade de destacar que na cultura do algodão o controle das plantas daninhas também é feito basicamente pela aplicação de herbicidas, pois inúmeras espécies de plantas daninhas podem levar à perdas consideráveis em uma lavoura de algodão.

As principais plantas invasoras que ocorrem na cultura do algodoeiro no Brasil são: capim carrapicho (*Cenchrus equinatus*), capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim colchão (*Digitaria horizontalis*), grama-seda (*Cynodon dactylon*), picão preto (*Bidens pilosa*), carrapicho de carneiro (*Acanthospermum hispidum*) e corda-de-viola (*Ipomea* sp.).

O uso de cultivares derivadas de eventos que conferem resistência a herbicidas é justificado, já que as perdas causadas pelas plantas invasoras são inúmeras e vão desde a redução da produtividade até a diminuição da qualidade da fibra do algodão, uma vez que as interações negativas com essas plantas prejudicam a nutrição adequada do algodoeiro e impossibilitam a perfeita execução de atividades como a colheita mecanizada. É importante ressaltar que esses impactos negativos, causada principalmente por competição e alelopatia,

também afetam a qualidade de outros produtos do algodoeiro, como ofarelo de algodão e caroço de algodão para ração animal e óleo de algodão para consumo humano.

### 5.3.1. EVENTO TRANSGÊNICO: MON531

**Espécie:** *Gossypium hirsutum* L.

**Designação:** Algodão Bollgard

**Detentora da Tecnologia:** Monsanto do Brasil Ltda.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Lepidóptera.

O evento de transformação genética MON531 foi o primeiro evento de algodão transgênico liberado para comercialização no Brasil. Designado comercialmente como algodão Bollgard foi também a primeira tecnologia de planta transgênica baseada no uso de *Bacillus thuringiensis*, uma vez que sua aprovação ocorreu no ano de 2005 e depois só seriam aprovada a comercialização de transgênicos com essa tecnologia em 2007.

O algodão Bollgard é o algodão que possui a característica de resistência a insetos da ordem Lepidóptera, principalmente curuquerê (*Alabama argillacea*), a lagarta-rosada (*Pectinophora gossypiella*) e a lagarta-da-maçã (*Heliothis virescens*). Esse evento foi desenvolvido pela Monsanto do Brasil Ltda. empregando o uso de técnica indireta de transformação genética mediada por *Agrobacterium tumefaciens*. O gene responsável pela expressão da proteína Cry1Ac, que confere a resistência a insetos, é o gene *cryIAc*. O modo de ação das proteínas inseticida cry nos lepidópteros já foi mostrado anteriormente.

Apesar das vantagens apresentadas, há também algumas restrições quanto ao uso dessa tecnologia, destacadas pelo seguinte trecho:

Como qualquer novidade, o plantio do algodoeiro Bollgard vem acompanhado de restrições e de vantagens. Dentre as restrições destacam-se: (1) o custo adicional da tecnologia; (2) a necessidade do plantio de parte da área com algodão convencional (como refúgio que, dependendo da proporção da área convencional plantada como refúgio, não será permitido o controle das lagartas nessas áreas); e (3) as zonas de exclusão com a proibição do cultivo de algodoeiros transgênicos. (TORRES, 2008)

Antes de ser autorizado no Brasil em 2005, o uso do Algodão Bollgard já era regularizado nos Estados Unidos (1995), Austrália (1996), Canadá (1996), África do Sul (1997), México (1997), Japão (1997), Argentina (1998), Índia (2002), Coreia (2003), Colômbia (2003), Filipinas (2004), China (2004) e União Europeia (2005).

Atualmente existem no Registro Nacional de Cultivares – RNC apenas 3 cultivares registradas com o evento MON531, denominadas: DP 90B, Nuopal e DP 604BG. A expectativa gerada pelo lançamento da cultivar DP 90B foi muito grande, tanto que segundo Torres (2008) houve falta de sementes para suprir a demanda dos produtores para a safra seguinte ao registro (2006/2007).

Apesar de representar um enorme avanço para a agricultura brasileira, a autorização do evento MON531 no Brasil foi tardia, se considerarmos que em outros países, na mesma época, já se adotava o uso de cultivares derivadas de eventos piramidados.

### 5.3.2. EVENTO TRANSGÊNICO: LLCOTTON25

**Espécie:** *Gossypium hirsutum* L.

**Designação:** Algodão LibertyLink

**Detentora da Tecnologia:** Bayer S.A.

**Característica Inserida:** Tolerância ao herbicida glufosinato de amônio (GA)

A tecnologia que confere tolerância ao herbicida glufosinato de amônio no algodoeiro, conhecida como LibertyLink, é também utilizada na cultura da soja e do milho. A explicação para a adoção dessa tecnologia nas principais grandes culturas é o fato, já discutido anteriormente, de que o herbicida glufosinato de amônio apresenta pouca toxicidade ao homem e aos animais, possui baixa atividade residual e é biodegradável. A principal diferença entre os eventos LibertyLink da soja e do milho para o evento LL do algodão é o organismo doador, na cultura do algodão é o *Streptomyces hygroscopicus*, enquanto que na cultura da soja e do milho foi usado o *Streptomyces viridochromogenes*, ambos são bactérias não patogênicas de solo.

A expressão da característica foi conseguida através de transformação mediada por *Agrobacterium tumefaciens*, no qual o gene *bar* foi introduzido com o objetivo de codificar a síntese da enzima PAT, responsável pela acetilação da fosfotricina, também denominada

glufosinato de amônio (GA) em metabólitos não tóxicos às plantas.

Em 2008 foi aprovado no Brasil o uso de cultivares transgênicas derivadas desse evento, através de Parecer Técnico nº 1521 da CTNBio, e desde então foram registradas três cultivares de algodão LibertyLink junto ao Registro Nacional de Cultivares: FM 966LL, IMACD 6001LL e FM 951LL. Além do Brasil, outros países como os Estados Unidos, México, Coreia, Japão, União Europeia, China, Canadá e Austrália fazem uso dessa tecnologia.

### 5.3.3. EVENTO TRANSGÊNICO: MON1445

**Espécie:** *Gossypium hirsutum* L.

**Designação:** Algodão Roundup Ready

**Detentora da Tecnologia:** Monsanto do Brasil Ltda.

**Característica Inserida:** Tolerância ao herbicida glifosato.

A tecnologia Roundup Ready, cuja detentora é a Monsanto, da mesma forma que a tecnologia LibertyLink da Bayer, é usada nas culturas da soja do milho e do algodão. Em ambas as espécies a tecnologia confere tolerância ao herbicida glifosato, um herbicida que como já discutido “é um herbicida não seletivo, pós-emergente e de ação sistêmica, com elevada amplitude de utilização, em razão de sua alta eficiência, baixa toxicidade a animais e ao meio ambiente, destacando-se entre os de maior volume comercializado no mundo” (18COX, 2000 *apud* MALTY *et al.*, 2006).

O evento MON1445 foi produzido utilizando o sistema de transformação genética indireto, mediado pela bactéria *Agrobacterium tumefaciens*, que inseriu o gene *cp4-epsps*, obtido da bactéria *Agrobacterium* sp. cepa CP4, bactéria que apresenta tolerância ao herbicida glifosato. O gene *cp4-epsps* é responsável por codificar a enzima CP4-EPSPS e é a expressão dessa enzima que confere às cultivares derivadas desse evento a tolerância ao herbicida glifosato.

Apesar do algodão Roundup Ready ser um organismo transformado geneticamente, de acordo com a CTNBio (2008e), as cultivares de algodão derivadas do evento MON 1445 demonstra características fenotípicas e agronômicas equivalentes ao padrão de linhagens

---

<sup>18</sup> COX, C. **Glyphosate factsheet**. Journal of Pesticide Reform, v.108, 1998, rev. 2000.

parentais convencionais e de cultivares comerciais de algodão convencional.

Baseada nas informações supracitadas e também no fato de que Algodão Roundup Ready já havia sido liberado em diversos países, a CTNBio liberou o uso comercial do algodão geneticamente modificado tolerante ao herbicida glifosato, evento MON1445, no Brasil, através de Parecer Técnico expedido em 2008. Atualmente existem duas cultivares registradas com esse evento junto ao RNC, são elas: Delta Opal RR e DP 434RR.

#### **5.3.4. EVENTO TRANSGÊNICO: 281-24-236/3006-210-23**

**Espécie:** *Gossypium hirsutum* L.

**Designação:** Algodão Widestrike

**Detentora da Tecnologia:** Dow AgroSciences Industrial Ltda.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos, principalmente da ordem Lepidóptera e tolerância ao herbicida glufosinato de amônio (GA).

O Algodão WideStrike foi obtido por retrocruzamentos (“piramidados”) entre os eventos 281-24-236, contendo o gene sintético *cryIF*, que codifica para a Protoxina sintética Cry1F e o evento 3006-210-23 contendo o gene sintético *cryIAc*, que codifica a Protoxina sintética Cry1Ac. (CTNBio, 2009e).

Os genes introduzidos, *cryIAc* e *cryIF* foram obtidos da bactéria *Bacillus thuringiensis* subespécies *kurstaki* e *aizawai* respectivamente e conferem a resistência a insetos, principalmente lepidópteros. Os dois eventos foram obtidos separadamente através de técnica baseada em transformação genética indireta, mediada pela bactéria *Agrobacterium tumefaciens*. Além da resistência a insetos, o evento 281-24-236/3006-210-23 também insere a tolerância ao herbicida glufosinato de amônio devido a presença de duas cópias sintéticas do gene *pat*, proveniente da bactéria *Streptomyces viridochromogenes*, responsável por codificar a enzima PAT, que é usada como marcador.

O algodão transgênico Widestrike é resistente às principais pragas da cultura. Segundo a CTNBio (2009e), a liberação do evento piramidado 281-24-236/3006-210-23 somado com as práticas de manejo de resistência a insetos, reduzirão a pressão de seleção para desenvolvimento de resistência a inseticidas e ajudarão a manter um controle efetivo dessas pragas. Vale lembrar que já foi mostrado que eventos que possuem a mesma característica

inserida por mais de um gene possuem vantagem com relação à possibilidade de surgimento de resistência.

A CTNBio liberou o uso comercial de cultivares derivadas desse evento em 2009, através de Parecer Técnico favorável. Desde a data da liberação já foram registradas no RNC duas cultivares derivadas desse evento, são elas: PHY440W e FM 975WS.

### 5.3.5. EVENTO TRANSGÊNICO: MON15985

**Espécie:** *Gossypium hirsutum* L.

**Designação:** Algodão Bollgard II

**Detentora da Tecnologia:** Monsanto do Brasil Ltda.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Lepidóptera.

O algodão Bollgard II, evento MON15985, possui como característica a resistência a insetos lepidópteros, semelhante ao algodão Bollgard, evento MON531. No evento Bollgard II, duas proteínas tóxicas de classes diferentes são expressas, conferindo maior espectro de ação contra os insetos praga e menores chances de evolução da resistência.

Segundo (CHITKOWSKI, 2003), além de ser tóxico para as pragas-alvos do evento MON531, o algodão Bollgard II, por expressar duas proteínas Cry2Ab2 e Cry1Ac, controla maior espectro de lepidópteros, incluindo *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) e outras espécies do gênero *Spodoptera*.

O algodão Bollgard II foi obtido pela transformação genética, na qual o gene *cry2Ab2* foi inserido através do método da aceleração de micropartículas ou biobalística, no algodão Bollgard. O gene inserido, igualmente ao gene *Cry1Ac*, já presente no algodão Bollgard, é oriundo de *Bacillus thuringiensis*. O método de obtenção do algodão Bollgard, evento MON531 já foi discutido anteriormente.

O evento MON15985 antes de ser liberado comercialmente no Brasil no ano de 2009, de acordo com CERA (2010), já tinha seu uso aprovado em diversos países, são eles: Estados Unidos (2002), Austrália (2002), Japão (2002), África do Sul (2003), Filipinas (2003), México (2003), Coreia (2003), Canadá (2003), União Europeia (2005), Índia (2006), China (2006), Burquina Faso (2008). É importante ressaltar que o fato do evento transgênico já ser liberado comercialmente em vários países é um dos fatores decisivos e que facilita sua

aprovação comercial em países onde o mesmo ainda não foi aprovado, uma vez que entende-se que foram conduzidos vários testes antes da comprovação da segurança de seu uso.

O evento de transformação genética MON15985 foi autorizado pela CTNBio, em 2009, para o livre registro, consumo humano ou animal, uso no meio ambiente, comércio ou uso industrial e qualquer outro uso e atividade relacionada com esse organismo geneticamente modificado. Mesmo autorizado seu registro no Brasil ainda não existem cultivares registradas com esse evento junto ao RNC.

### 5.3.6. EVENTO TRANSGÊNICO: MON531 X MON1445

**Espécie:** *Gossypium hirsutum* L.

**Designação:** Algodão Bollgard I Roundup Ready

**Detentora da Tecnologia:** Monsanto do Brasil Ltda.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Lepidóptera e tolerância ao herbicida glifosato.

O primeiro evento transgênico piramidado autorizado no Brasil para algodão, evento MON531 X MON1445, foi obtido usando melhoramento genético clássico através de cruzamento por via sexual entre o Algodão Bollgard I (MON531), que confere a resistência a insetos e o Algodão Roundup Ready (MON1445), que insere a tolerância ao herbicida.

O evento MON531 é resultante de modificação genética mediada por *Agrobacterium tumefaciens* e insere o gene *cry1Ac* que foi isolado da bactéria *Bacillus thuringiensis* e expressa a proteína *cry1Ac* resistente a insetos. Já o evento MON1445 insere o gene *cp4 epsps*, obtido de *Agrobacterium* sp. que é responsável pela expressão da proteína CP4 EPSPS, tolerante ao herbicida glifosato.

A vantagem em possuir duas características inseridas por um evento combinado é que possibilita ao produtor uma maior flexibilidade no sistema de cultivo e ao contrário do que se deduz, os níveis de resistência e tolerância apresentados pelos eventos combinados é igual aos níveis apresentados pelos eventos isolados.

O evento MON531 X MON1445 foi aprovado comercialmente no Brasil em 2009 e no início do ano seguinte a empresa Monsanto do Brasil Ltda. registrou as únicas duas cultivares derivadas desse evento junto ao RNC. São elas: Nuopal RR e DP 555BGRR.

### 5.3.7. EVENTO TRANSGÊNICO: GHB614

**Espécie:** *Gossypium hirsutum L.*

**Designação:** Algodão GlyTol

**Detentora da Tecnologia:** Bayer S.A

**Característica Inserida:** Tolerância ao herbicida glifosato.

O uso de cultivares derivadas do evento GHB614 irá possibilitar aos cotonicultores brasileiros um melhor manejo e um melhor controle de plantas daninhas que comumente causam danos às lavouras de algodão pois que confere a tolerância ao herbicida glifosato, é pós-emergente, possui ação sistêmica e não seletiva.

A tolerância aos herbicidas que possuem como ingrediente ativo glifosato é conferida pela proteína 2mEPSPS. O gene responsável pela expressão dessa proteína é o gene *2mepsps*, originado do gene *epsps* de milho, alterado através de mutação sítio-dirigida em 2 aminoácidos na sequência peptídica original. O resultado da alteração desse gene é a expressão de uma proteína com menor afinidade de ligação ao glifosato, conferindo assim maior tolerância ao herbicida. O método de modificação genética desse evento ocorreu baseado no sistema mediado por *Agrobacterium tumefaciens*.

Após apresentar todos os documentos necessários para comprovação da segurança do evento GHB614, a CTNBio liberou em 2010 o uso comercial do algodão designado Algodão GlyTol. Outros países que fazem uso dessa tecnologia são os Estados Unidos, México, Coreia, Canadá, Austrália. No Brasil, ainda não existem cultivares derivadas desse evento registradas no RNC.

### 5.3.8. EVENTO TRANSGÊNICO: T304-40 x GHB119

**Espécie:** *Gossypium hirsutum L.*

**Designação:** Algodão TwinLink.

**Detentora da Tecnologia:** Bayer S.A.

**Característica Inserida:** Resistência a insetos da ordem Lepidóptera e tolerância ao herbicida glufosinato de amônio.

As cultivares derivadas do evento de transformação genética denominado T304-40 x

GHB119, possuem proteínas que expressam a resistência a insetos da ordem Lepidóptera e tolerância ao herbicida glufosinato de amônio. As proteínas Cry1Ab, Cry2Ae e PAT são resultantes da combinação dos eventos T304-40 e GHB119. O primeiro possui os genes *cry1Ab* e *bar* e o segundo os genes *cry2Ae* e *bar*. Os dois genes *cry* inseridos por esses eventos garantem a resistência a insetos da ordem Lepidóptera e os dois genes *pat* são responsáveis por conferir a tolerância ao herbicida glufosinato de amônio. A modificação genética nos Eventos T304-40 e GHB119 utilizou o sistema indireto de inserção dos genes, mediado pelo vetor *Agrobacterium tumefaciens*.

São comercializados no Brasil e em diversos outros países do mundo vários outros eventos que expressas as proteínas Cry e Pat, devido principalmente ao seu histórico de uso seguro. Após avaliação dos dados fornecidos pela empresa Bayer S.A, a CTNBio, aprovou em fevereiro de 2011 o uso comercial do algodão TwinLink, porém devido ao pouco tempo passado após sua liberação não existem cultivares derivadas desse evento registradas no RNC.

### **5.3.9. EVENTO TRANSGÊNICO: MON88913**

**Espécie:** *Gossypium hirsutum* L.

**Designação:** Algodão Roundup Ready Flex

**Detentora da Tecnologia:** Monsanto do Brasil Ltda.

**Característica Inserida:** Tolerância ao herbicida glifosato

Com maior tolerância ao herbicida glifosato, o algodão geneticamente modificado Roundup Ready Flex, se comparado ao algodão MON 1445, possibilita a aplicação do glifosato sobre a cultura de algodão até estágios mais avançados de desenvolvimento das plantas, possibilitando um controle mais eficiente das plantas daninhas, minimizando assim os riscos de perdas causados por elas.

Os níveis aumentados de tolerância ao glifosato no algodão MON 88913 foram alcançados pela utilização de sequências promotoras melhoradas, que regulam a expressão das sequências codificadoras do gene *cp4 epsps*, que codifica a expressão da proteína CP4 EPSPS, a qual confere a característica de tolerância ao glifosato.(CTNBio, 2011d)

O evento MON 88913 foi conseguindo através de sistema de transformação mediado por *Agrobacterium tumefaciens*, organismo doador do gene *cp4 epsps*.

Esse evento foi o último evento transgênico autorizado para a cultura do algodão no Brasil, sua aprovação comercial aconteceu em junho de 2011. Antes de ser aprovado no Brasil, esse evento já era comercializado em países como Austrália, Canadá, China, Colômbia, Japão, Coreia, México, Filipinas, África do Sul e Estados Unidos.

Devido ao pouco tempo de liberação no Brasil, ainda não existem cultivares de algodão Roundup Ready Flex registradas no país.

#### 5.4. EVENTO TRANSGÊNICO DE FEIJÃO AUTORIZADO NO BRASIL

A cultura do feijão é extremamente importante para o Brasil pois possui grande relevância social, principalmente por ser considerada uma fonte alternativa de proteína em regiões mais pobres do país, onde o acesso a outras fontes como a carne, é limitado. Tendo também grande relevância cultural, o feijão caiu no gosto dos brasileiros e juntamente com o arroz compõe a mistura mais apreciada e presente nas refeições diárias da população.

No Brasil, essa cultura é produzida principalmente por pequenos produtores, onde em propriedades com menos de 100ha são produzidos cerca de 70% de todo feijão consumido no país. Um dos maiores problemas encontrados nas lavouras comerciais de feijão são as doenças causadas por vírus. O vírus-do-mosaico-dourado do feijoeiro (VMDF) é uma doença causada por um geminivírus transmitido pela mosca-branca (*Bemisia tabaci*) e é um dos principais problemas na cultura do feijão na América Latina (<sup>19</sup>GALVEZ; MORALES, 1989 apud LEMOS *et al*).

Segundo Aragão; Faria (2001), essa doença tem dificultado ou mesmo inviabilizado a produção de feijão em várias regiões do Brasil. A obtenção de imunidade ao vírus através do melhoramento para resistência varietal seria a medida de controle mais adequada e a única realisticamente eficiente.

Junto com a ascensão da agricultura empresarial na cultura do feijão, que baseada geralmente em tecnologia modernas, surgiu no segundo semestre de 2011, o evento transgênico denominado Embrapa 5.1, que confere às cultivares resistência ao vírus-do-mosaico-dourado do feijoeiro (VMDF).

O Evento Embrapa 5.1 é o segundo evento transgênico desenvolvido pela Embrapa no Brasil, uma vez que participou junto com a empresa BASF. SA., do desenvolvimento do evento de soja BPS-CV127-9. Esse evento é o primeiro evento 100% desenvolvido por uma empresa brasileira e o primeiro para a cultura do feijão.

---

<sup>19</sup> GALVEZ, G. E.; MORALES, F. J. **Whitefly transmitted viruses**. In: SCHWARTZ, H. F.; PASTOR CORRALES, M. A. (Ed.). Bean production problems in the tropics. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, p. 379-408.1989.

#### 5.4.1. EVENTO TRANSGÊNICO: Embrapa 5.1

**Espécie:** *Phaseolus vulgaris* L.

**Designação:** Feijoeiro Embrapa 5.1

**Detentora da Tecnologia:** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

**Característica Inserida:** resistência ao vírus do mosaico dourado do feijoeiro *Bean Golden Mosaic Virus* (BGMV).

O feijão Embrapa 5.1, ao contrário dos outros eventos, possui tecnologia baseada em RNAi (RNA interferente). Foi inserido no feijoeiro um gene quimérico responsável pela expressão de um RNA que possui um fragmento do gene *rep* (AC1). Esse RNA é usado para formar uma sequência de RNA de dupla fita (dsRNA), que faz com que sejam produzidos pequenos fragmentos de RNA (siRNA), que interferem negativamente expressão do gene *rep*. Esses pequenos fragmentos de RNA produzidos pela planta são responsáveis pela ativação do mecanismo de defesa contra o BGMV, uma vez que o gene *rep* é responsável pela replicação viral.

Segundo Orsi (2011), com a modificação o feijão passa a produzir fragmentos de RNA idênticos aos do vírus, o que deixa a planta preparada para o caso de uma infecção real ocorrer, o efeito é comparado ao de uma vacina. É esperada uma expressiva redução no consumo de inseticidas, uma vez são usados em larga escala para o controle da mosca-branca, o vetor desse vírus.

A grande vantagem dessa nova técnica é que não há produção de novas proteínas nas plantas, e conseqüentemente não há possibilidade de alergenicidade e toxidez. Além disso, os fragmentos de RNA podem causar resistência a várias estirpes do mesmo vírus. (DINIZ, 2011)

O desenvolvimento desse evento e a aprovação comercial do mesmo é um bom exemplo do uso da transgenia em benefício da sociedade, uma vez que além de possuir os benefícios citados, os testes realizados pela empresa requerente mostraram que as cultivares derivadas desse evento não apresentam riscos ambientais e à saúde humana e animal. Apesar de estar aprovado comercialmente, as cultivares de feijoeiro Embrapa 5.1 só estarão disponível no mercado daqui a cerca de 3 anos, tempo necessário para realização dos ensaios de Valor de Cultivo e Uso - VCU, exigidos para realização do registro de cultivares.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O melhoramento de plantas é a forma mais econômica e eficaz para solucionar grandes problemas como a escassez de alimentos.

Os métodos convencionais de melhoramento possuem limitações, mas com o advento da transgenia muitas barreiras foram quebradas, possibilitando a obtenção de características antes impossíveis de se obter.

Apesar do grande número de espécies cultivadas no Brasil, são autorizados eventos transgênicos apenas para soja, milho, algodão e feijão.

A transgenia possibilita a inserção de inúmeras características de interesse, mas as características inseridas pelos eventos autorizados no Brasil se restringem a tolerância a insetos e resistência a herbicidas. Da mesma forma é pequena a variedade de organismos doadores, de genes inseridos e de proteínas expressas pelos eventos.

Quando a quantidade de registros de cultivares transgênicas apresentou crescimento, não seguiu um padrão de crescimento linear, diferentemente do que ocorre com a adoção dessa tecnologia.

Em alguns casos a quantidade de cultivares registradas a cada ano diminuiu, havendo um grande número de cultivares registradas no primeiro ou no segundo ano após sua liberação, ocorrendo nos anos seguintes redução na quantidade de cultivares registradas. A explicação está no fato das empresas detentoras da tecnologia se prepararem anteriormente para lançarem versões transgênicas de suas principais cultivares logo que o evento fosse liberado comercialmente.

Há ainda eventos transgênicos autorizados que não possuem nenhuma cultivar registradas, há três justificativas: as empresas responsáveis por esses eventos estão encontrando impedimentos legais pós-liberação comercial, comprometimento em lançar cultivares comerciais somente após liberação global do evento e o pouco tempo decorrente da liberação comercial do evento.

Os eventos transgênicos passam por rigorosas avaliações para que então possam ser aprovados comercialmente e conclui-se que as cultivares transgênicas registradas no Brasil são seguras e representam os mais e modernos instrumentos para alcançarmos uma agricultura com elevados níveis de eficiência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMSON, S. H. **Segurança Ambiental das Plantas Geneticamente Modificadas**. Alimentos Geneticamente Modificados: Segurança Alimentar e Ambiental. ABIA, São Paulo, 2002.

ARAGÃO, F. J. L.; ANDRADE, P. P. **Variedades com Eventos Piramidados**. In: Borém, A. (Ed.). Plantas geneticamente modificadas nos trópicos: desafios e oportunidades. Editora Suprema. . 532p. 2010.

ARAGÃO, F. J. L; FARIA, J. C. **Obtenção de feijoeiro resistente ao vírus do mosaico dourado**. ANBio - Associação Nacional de Biossegurança.8p. 2001. Disponível em <<http://www.cenargen.embrapa.br/publica/trabalhos/am2004/arquivos/21060401.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2011

BAHIA FILHO, A. F. C. ; GARCIA, J. C. **Análise e avaliação do mercado brasileiro de sementes de milho**. In: Uma história brasileira do milho: o valor de recursos genéticos. Brasília, 2000.

BALSAMO, R. **A importância Qualitativa e Qunatitativa da soja Transgênica para a Segurança Alimentar**/ Rayane Balsamo. Monografia – Curso de Especialização em Tecnologia de Alimentos. Brasília , 2007

BELTRÃO, N. E. M. **Documentos 117: Breve história do algodão no nordeste do Brasil**. Campina Grande: Empresa Brasileira de Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, 2003.

BESPALHOK, F. J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. **Introdução ao Melhoramento de Plantas**. In: BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. Melhoramento de Plantas. p.1-9. 2010. Disponível em <[www.bespa.agrarias.ufpr.br](http://www.bespa.agrarias.ufpr.br)>. Acesso em: 14 ago. 2011.

BORÉM, ALUÍZIO. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: Ed Univ. Fed. Viçosa, 547 p. 1997.

BORÉM, A.; MILACH, S. K. **O Melhoramento de Plantas na Virada do Milênio** . Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, número 07, pag.: 68-72. jan/fev-1999.

BORÉM, A. **Variedades Transgênicas e meio ambiente**. Segurança Ambiental das Variedades comerciais. Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, número 34, pag.: 91-99. jan/jun-2005.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Legislação brasileira sobre sementes e mudas: Lei 10.711, de 05 de agosto de 2003, Decreto nº5.153, de julho de 2004 e outros/** Ministério da Agricultura pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação de sementes e mudas. – Brasília : MAPA/SDA/CSM, 318 p. 2007

CARVALHO, I. M. ; SANTOS, F. S. ; MACHADO, V. L. S. ; AVIANI, D. DE M. ; PACHECO, L. G. A. . **Abordagem sobre Proteção e Registro de Cultivares**. In: Fábio Gelape Faleiro; Austeclínio Lopes de Farias Neto; Walter Quadros Ribeiro Júnior. (Org.). Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios. 1º ed. Brasília-DF: EMBRAPA, v. , p. 19-183. 2008.

CERA – CENTER OF ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT. **GM Crop Database**. 2011. Disponível em <[http://www.cera-gmc.org/?action=gm\\_crop\\_database](http://www.cera-gmc.org/?action=gm_crop_database)> 2011 Acesso em: 10 ago. 2011.

CHITKOWSKI, R. L.; TURNIPSEED, S. G.; SULLIVAN, M. J.; & BRIDGES JR., W.C. **Field and laboratory evaluations of transgenic cottons expressing one or two *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* Berliner proteins for management of Noctuid (Lepidoptera) pests**. J. Econ. Entomol. 96(3): 755-762. 2003.

CHRISTOFFOLI, P. I. **O processo produtivo capitalista na agricultura e a introdução dos organismos geneticamente modificados: o caso da cultura da Soja *Roundup Ready* (RR) no Brasil**./Pedro Ivan Christoffoli Brasília, 309 p. 2009.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA - CTNBio 1998. **Comunicado n.º 54, de 29 de setembro de 1998.** Publicado no Diário Oficial da União nº 188, Seção 03 – página 56 de 01 de outubro de 1998.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação Comercial de Milho Geneticamente Modificado tolerante a herbicida Evento T25.** (Parecer Técnico n.º 987/2007). Brasília, DF, 2007a. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/10971.html> > . Acesso em: 10 out. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação Comercial de Milho Geneticamente Modificado resistente a Insetos Evento MON810.** (Parecer Técnico n.º 1.100/2007). Brasília, DF, 2007b. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/10930.html> > . Acesso em: 21 set. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação Comercial de Milho Geneticamente Modificado Tolerante ao Glifosato, Milho GA21.** (Parecer Técnico n.º 1597/2008). Brasília, DF, 2008a. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/12342.html> > . Acesso em: 30 out. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação Comercial de Milho Geneticamente Modificado Tolerante ao Glifosato, Milho Roundup Ready 2, Evento NK603.** (Parecer Técnico n.º 1596/2008). Brasília, DF, 2008b. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/12323.html> > . Acesso em: 12 ago. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação Comercial de Milho Geneticamente Modificado Resistente a Insetos da Ordem Lepidoptera e Pragas do Milho, Evento TC1507.** (Parecer Técnico n.º 1679/2008). Brasília, DF, 2008c. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/12631.html> > . Acesso em: 14 ago. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação Comercial de Algodão Geneticamente Modificado Tolerante a Herbicida Evento LLCotton25.** (Parecer

Técnico n ° **1521/2008**). Brasília, DF, 2008d. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/12136.html>> . Acesso em: 19 set. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação Comercial de Algodão Geneticamente Modificado, Algodão Roundup Ready, Evento MON1445**. (Parecer Técnico n ° **1598/2008**). Brasília, DF, 2008e. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/12363.html>> . Acesso em: 29 set. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação Comercial de Soja Geneticamente Modificada Tolerante aos Herbicidas do Grupo Químico das Imidazolinonas, Soja CV127**. (Parecer Técnico n ° 2236/2009). Brasília, DF, 2009a. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/14472.html> > . Acesso em: 12 set. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação Comercial de Milho Geneticamente Modificado Resistente a Insetos e Tolerante a Herbicidas, Milho MON 810 x NK603**. (Parecer Técnico n ° 2041/2009). Brasília, DF, 2009b. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/14016.html>> . Acesso em: 20 ago. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação Comercial de Milho Resistente a Insetos, Milho MON 89034**. (Parecer Técnico n ° 2052/2009). Brasília, DF, 2009c. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/14098.html>> . Acesso em: 20 out. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação Comercial de Algodão Geneticamente Modificado Resistente a Insetos, Algodão Bollgard II, Evento MON 15985**. (Parecer Técnico n ° 1832/2009). Brasília, DF, 2009d. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/13555.html> > . Acesso em: 25 set. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação Comercial de Algodão Geneticamente Modificado, Resistente a Insetos e Tolerante ao Glufosinato de Amônio, Algodão Widestrike, Evento 281-24-236/3006-210-23**. (Parecer Técnico n ° 1757/2009). Brasília, DF, 2009e. Disponível em: <

<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/12871.html> > . Acesso em: 10 set. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberção Comercial de Soja Geneticamente Modificada Tolerante ao Glufosinato de Amônio, Soja Liberty Link (soja LL)**. (Parecer Técnico n ° 2286/2010). Brasília, DF, 2010a. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/14666.html> > . Acesso em: 17 out. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberção Comercial de Soja Geneticamente Modificada Resistente a Insetos e Tolerante a Herbicida, Soja MON 87701 x MON 89788**. (Parecer Técnico n ° 2542/2010). Brasília, DF, 2010b. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/15347.html> > . Acesso em: 12 out. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberção Comercial de Milho Geneticamente Modificado Resistente a Insetos, Milho MIR 162**. (Parecer Técnico n ° 2042/2009). Brasília, DF, 2010c. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/14027.html> > . Acesso em: 27 set. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberção Comercial de Milho Geneticamente Modificado Resistente a Insetos e Tolerante a Herbicidas, Milho Bt11xMIR162XGA21**. (Parecer Técnico n ° 2722/2010). Brasília, DF, 2010d. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/15695.html> > . Acesso em: 27 set. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberção Comercial de Milho Geneticamente Modificado Resistente a Insetos e Tolerante ao Glifosato MON88017**. (Parecer Técnico n ° 2764/2010). Brasília, DF, 2010e. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/15774.html> > . Acesso em: 28 set. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberção Comercial de Milho Geneticamente Modificado Resistente a Insetos e Tolerante a herbicidas, MON 89034 × TC1507 × NK603**. (Parecer Técnico n ° 2753/2010). Brasília, DF, 2010f. Disponível

em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/15795.html>> . Acesso em: 30 set. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação Comercial de Milho Geneticamente Modificado Resistente a Insetos e Tolerante a herbicidas, TC1507 x MON810 x NK603.** (Parecer Técnico n ° 2955/2011). Brasília, DF, 2011a. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/16316.html>> . Acesso em: 15 out. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação Comercial de Milho Geneticamente Modificado Resistente a Insetos e Tolerante ao Glufosinato de Amônio, TC1507 x MON810.** (Parecer Técnico n ° 3021/2011). Brasília, DF, 2011b. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/16473.html> > . Acesso em: 20 out. 2011

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação Comercial de Milho Geneticamente Modificado Resistente a Insetos e Tolerante ao Glifosato, MON 89034 x MON 88017.** (Parecer Técnico n ° 3045/2011). Brasília, DF, 2011c. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/16681.html> > . Acesso em: 22 out. 2011

CORDEIRO, M.C.R. **Engenharia Genética: conceitos básicos, ferramentas e aplicações.** Documento 86. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. EMBRAPA. Brasília. 2003.

CREMONEZI, S. M. N. **Avaliação de Impactos Ambientais e Alimentares de Plantas Geneticamente Modificadas (PGM): Uma Proposta Metodológica.** Dissertação de Pós-Graduação USP/ Instituto Butantan/ IPT. São Paulo, 2009

DALL´AGNOL, A.; LAZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Desenvolvimento, Mercado e Rentabilidade da Soja Brasileira.** (EMBRAPA – CNPSO. Circular Técnica, 74) Londrina: EMBRAPA – CNPSO, 19p. 2010.

DINIZ, F. **CTNBio aprova feijão transgênico desenvolvido pela Embrapa.** Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Imprensa - Notícia 2011. Disponível em:

<<http://www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2011/setembro/3a-semana/ctnbio-aprova-feijao-transgenico-desenvolvido-pela-embrapa>> . Acesso em: 28 nov. 2011

EMBRAPA. **Soja Cultivance recebe aprovação para cultivo comercial no Brasil**. Notícias 2010; Brasília – DF. 2010. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2010/fevereiro/1a-semana/soja-cultivanceae-da-basf-e-da-embrapa-recebe-aprovacao-para-cultivo-comercial-no-brasil/>> . Acesso em: 02 nov. 2011

EMBRAPA CERRADOS. **Biotecnologia, transgênicos e biossegurança** / editores técnicos: Fábio Gelape Faleiro, Solange Rocha Monteiro de Andrade. – Embrapa Cerrados. Planaltina, DF, 183 p. 2009.

ESTRUCH J. J.; WARREN, G. W.; MULLINS, M. A.; NYE, G. J.; CRAIG, J. A.; KOZIEL, M. G. **Vip3A, a novel Bacillus thuringiensis vegetative insecticidal protein with a wide spectrum of activities against lepidopteran insects**. 1996

FAO/WHO – **Food and Agriculture Organization of the United Nations / World Health Organisation**. Grassland Index. *Zea mays* L. 2000.

FEDOROFF, N.; BROWN, N. M. **Mendel in the kitchen – a scientist’s view of genetically modified foods** – Joseph Henry Press – Washington, DC, 2004.

FEHR, W.R. **Principles of cultivar development: Theory and technique**. New York: MacMillan, 525p. 1987.

HERRERA-ESTRELA, L. **Transgenic plants for tropical regions: Some considerations about their development and their transfer to the small farmer**. Proceedings of the National academy of Sciences of the United States of America. V.96, pag.5978-5981. 1999.

INMETRO, **Saúde e segurança do consumidor**, 2002. Disponível em: <[www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br)>. Acesso em: 27 out. 2011

JESUS-HITZSCHKY, K. R. E.; CREMONEZI; S. M. N.; LIMA, D. U. **Método GMP – RAM para avaliações dos riscos ambientais de plantas geneticamente modificadas para resistência a vírus da mancha anelar.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente (Boletim de Pesquisa, 45). 59p. 2007. Disponível em: <[http://www.cnpma.embrapa.br/download/boletim\\_45.pdf](http://www.cnpma.embrapa.br/download/boletim_45.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2011.

LABORATÓRIO DE FISIOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO E GENÉTICA VEGETAL. – UFSC. **Parte 3: Organismos Geneticamente Modificados ou Trâns gênicos.** UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA UFSC. Santa Catarina, s.d. Disponível em:< <http://www.lfdgv.ufsc.br/OrganisgenetParte3.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2011

LEMONS, L. B.; FILHO, D. F.; DA SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P. **Suscetibilidade de genótipos de feijão ao vírus-do-mosaico-dourado.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 38, n. 5, p. 575-581, maio 2003

MACHADO, H. F. **Alimentos Transgênicos: Vantagens e Benefícios/** Hélio F. Machado 18p. Monografia (especialização) Universidade de Brasília. Centro de Excelência em Turismo. Brasília, 2004.

MALTY, J. S.; SIQUEIRA, J. O.; E MOREIRA, F. M. S. - **Efeitos do glifosato sobre microrganismos simbiotróficos de soja, em meio de cultura e casa de vegetação - Pesq. agropec. bras., Brasília, v.41, n.2, p.285-291, fev. 2006**

MONSANTO DO BRASIL. **Relatório de Biossegurança Alimentar e Ambiental do milho MON88017,** 293 pag. 2010.

OECD. **Consensus documento on the biology of *Glycine max* (L.) Merr. (soybean).** Series on harmonization of regulatory oversight in biotechnology n. 15. 22p. 2000.

ORSI, C. **Primeiro feijão transgênico usa tecnologia patenteada da Embrapa.** Biotecnologia. Inovação – Universidade de Campinas UNICAMP. 2011. Disponível em:<<http://www.inovacao.unicamp.br/noticia.php?id=1061>>. Acesso em: 28 nov. 2011

OWEN, M.D.K. **Weed Species Shifts** In Glyphosate-Resistant Crops. Pest Management Science V.64, pag.377–387. 2008.

PAES, M. C. D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA – CNPMS, Circular Técnica, 75. 6p. 2006.

PATERNIANI, E. **Técnicas de manipulação genética em plantas: Uma análise crítica**. Genética na Escola. Revista semestral publicada pela SBG (Sociedade Brasileira de Genética). V. 1., p25-29, 2006.

POEHLMAN, J.M. **Mejoramiento genético de las cosechas**. Cidade do Mexico: Limusa, 2<sup>a</sup> ed. 453 p, 1965.

SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J. L.. **Biociologia - Avanços na Agricultura e na Agroindústria**. Primeira Ed. Caxias do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul, V. 2. 433 p. 2001.

RICHETTI, A.; G.A. MELO FILHO; F.M. LAMAS; L.A. STAUT; A.C. FABRÍCIO. **Estimativa do custo de produção de algodão, safra 2004/05, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: Embrapa Pecuária Oeste. (Embrapa, Comunicado Técnico, 91). 16p. 2004.

SANTOS, A. R. **A imprensa e os Transgênicos: Desafios para o Ecoturismo**. 55f. Monografia (especialização) Universidade de Brasília. Centro de Excelência em Turismo. Brasília, 2004.

TEIXEIRA, R. A. **Capacitação em melhoramento genético de plantas no Brasil: situação atual e perspectivas** - Campinas, SP: [s.n.], 2008.

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: EMBRAPA, 509 p. 1998.

TORRES J. B. **Controle de pragas do algodoeiro: expectativas de mudanças**. Centro de

Ciências Agrárias Universidade Federal de Alagoas. Ciência Agrícola, v8, n1, p.37-49, 2007/2008.

VARGAS, L.; PEIXOTO, C. M.; ROMAN, E. S. **Manejo de plantas daninhas na cultura do milho**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 20 p. Embrapa Trigo. Documentos Online, 61. Disponível em <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do61.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do61.htm)> Acesso em: 07 nov. 2011.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### Formulários para Inscrição de Cultivares no Registro Nacional de Cultivares (Outras Espécies).



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO  
SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DEPARTAMENTO DE FISCALIZAÇÃO DE INSUMOS AGRÍCOLAS  
REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES

#### ANEXO IX

##### Formulário para Inscrição de Cultivares no Registro Nacional de Cultivares

1.1. Nome científico da espécie:	Protocolo (para uso exclusivo do SDA/RNC)
1.2. Nome comum da espécie :	
1.3. Denominação da cultivar:	
2. Enquadrar a cultivar dentro de um desses grupos de espécies:	
2.1. <input type="checkbox"/> Forrageiras	2.3. <input type="checkbox"/> Cereais
2.1.1. <input type="checkbox"/> Crucíferas	2.4. <input type="checkbox"/> Olerícolas
2.1.2. <input type="checkbox"/> Gramíneas	2.5. <input type="checkbox"/> Florestais
2.1.3. <input type="checkbox"/> Leguminosas	2.6. <input type="checkbox"/> Frutíferas
2.1.4. <input type="checkbox"/> Outros	2.7. <input type="checkbox"/> Ornamentais
2.2. <input type="checkbox"/> Oleaginosas	
3 Responsável pela manutenção da cultivar:	
Nome:	
CNPJ/CPF:	
Endereço:	
Município:	UF: País:
Caixa Postal:	CEP:
Telefone:	Fax: E-mail:
4. Responsável pelas informações: <input type="checkbox"/> Representante legal <input type="checkbox"/> Procurador <input type="checkbox"/> Técnico	
Nome:	
CGC/CPF:	
Endereço:	
Município:	UF:
Caixa Postal:	CEP:
Telefone:	Fax: E-mail:
5. Instituição(ões) responsável(eis) pelo(s) ensaio(s): <input type="checkbox"/> requerente <input type="checkbox"/> contratada <input type="checkbox"/> conveniada	

<p><input type="checkbox"/> Outras (citar):</p> <p>Nome:</p> <p>CNPJ/CPF:</p> <p>Endereço:</p> <p>Município:      UF:      País:</p> <p>Caixa Postal:      CEP:</p> <p>Telefone:      Fax:      E-mail:</p> <p>Técnico(s) responsável(eis) pelo(s) ensaio(s):</p> <p>(Se necessário, utilizar folha anexa)</p>
<p>6. Informações complementares:</p> <p>6.1- cultivar protegida:    sim <input type="checkbox"/> (nº certificado)      não <input type="checkbox"/></p> <p>    Em caso positivo indicar o(s) país(es):</p> <p>6.2- cultivar transferida:    sim <input type="checkbox"/>    não <input type="checkbox"/></p> <p>6.3- cultivar estrangeira:    sim <input type="checkbox"/>    não <input type="checkbox"/>      País de origem:</p> <p>6.4- cultivar essencialmente derivada:    sim <input type="checkbox"/>    não <input type="checkbox"/></p> <p>6.5- organismo geneticamente modificado:    sim <input type="checkbox"/>    não <input type="checkbox"/></p> <p>    Em caso positivo, anexar documento comprobatório a desregulamentação do referido OGM.</p>
<p>7. Origem da cultivar:</p> <p>7.1- Instituição(ões) ou empresa(s) criadora(s) ou detentora(s):</p> <p>7.2- Melhorista(s) participantes(s) na obtenção/introdução:</p> <p>7.3. Cruzamento:</p> <p>- ano de realização:</p> <p>- local:</p> <p>- instituição que realizou:</p> <p>7.4. Genealogia:</p> <p>- parentais imediatos:</p> <p>- relatório técnico do processo de seleção: apresentar no caso da cultivar não estar protegida no Brasil</p> <p>7.5. Denominação experimental ou pré-comercial:</p>
<p>8. Avaliação da cultivar:</p> <p>8.1. Locais de avaliação:</p>

- Município, UF:

- Altitude:

- Latitude:

- Tipo de solo:

- Época de plantio:

- Outros fatores bióticos/abióticos:

8.2- Região de adaptação: apresentar indicadores da adaptação da cultivar em relação a altitude, latitude, época de plantio e/ou outros fatores bióticos/abióticos, a critério do responsável pelo ensaio/requerente.

9. Informações adicionais (Artigo 3º da Portaria N° 294/98)

I - Principais características morfológicas, biológicas e/ou fisiológicas que tornam possível a identificação da cultivar :

II – Relatório Técnico:

a) Dados da produtividade:

b) Comportamento ou reação às principais pragas e doenças

c) Região de adaptação

d) Outros dados que justifiquem a sua importância para o mercado nacional e/ou internacional

Local e data:

---

Assinatura do Requerente ou Responsável

## ANEXO 2

Formulário para comunicação prévia de Ensaio de Determinação de Valor de Cultivo e Uso.



Ensaio para fins de Determinação do Valor de Cultivo e Uso – VCU conforme Portaria 294/98

Empresa	
Endereço	

Espécie:

Cultivar	Local do Ensaio		Data prevista de instalação	Responsável pelo ensaio	
	Localidade e Município	UF		Nome	Telefone

Obs.: marcar com (\*) a cultivar Geneticamente Modificada e com (\*\*) a cultivar essencialmente derivada

Local/data:	Responsável pelas informações:
-------------	--------------------------------

## ANEXO 3

Diário Oficial da União – DOU, com extrato do Parecer Técnico nº1255/2008 (Evento BT11)



2

ISSN 1677-7042

Diário Oficial da União - Seção 1

Nº 11, quarta-feira, 16 de janeiro de 2008

dia 6 de fevereiro - decolagem de Recife e destino a Assunção, Paraguai.

Autorizo. Em 14 de janeiro de 2008.

Nº 20, de 10 de janeiro de 2008. Sobrevôo e pouso no território nacional de aeronaves pertencentes à Força Aérea dos países abaixo relacionados, com a seguinte programação de vôo, no mês de janeiro de 2008:

1) República Bolivariana da Venezuela:

- aeronave tipo Boeing 737-200, em missão de transporte de passageiros;

dia 8 - procedente de Guayana, Venezuela, pouso em Brasília e destino a Assunção, Paraguai;

2) República da Bolívia:

- aeronave tipo Hercules L-382, em missão de ajuda humanitária;

dia 10 - procedente de La Paz, Bolívia, e destino a Maracay, Venezuela, e

dia 11 - procedente de Maracay e destino a La Paz

Homologo. Em 14 de janeiro de 2008.

### ADVOCACIA-GERAL DA UNIÃO

#### RETIFICAÇÃO

No Despacho do Advogado-Geral da União publicado no Diário Oficial da União de 10 de janeiro de 2008, Seção 1, página 2, onde se lê "Homologação...". Leia-se: "Homologo...".

### PROCURADORIA-GERAL FEDERAL SUBPROCURADORIA-GERAL FEDERAL

PORTARIA Nº 35, DE 14 DE JANEIRO DE 2008

Atribui à Procuradoria Federal no Estado do Espírito Santo a representação judicial da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

O SUBPROCURADOR-GERAL FEDERAL, no uso da atribuição que lhe foi delegada pelo Procurador-Geral Federal, nos

termos da Portaria PGF nº 329, de 22 de maio de 2007, considerando o disposto na Portaria PGF nº 530, de 13 de julho de 2007, e na Portaria PGF nº 531, de 13 de julho de 2007, resolve:

Art. 1º Atribuir à Procuradoria Federal no Estado do Espírito Santo a representação judicial da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, no Estado do Espírito Santo.

Art. 2º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

MARCELO DE SIQUEIRA FREITAS

PORTARIA Nº 36, DE 14 DE JANEIRO DE 2008

Atribui às Procuradorias-Regionais Federais, Procuradorias Federais nos Estados, Procuradorias-Setoriais Federais e respectivos Escritórios de Representação a representação judicial da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC e da Universidade Federal do Paraná - UFPR.

O SUBPROCURADOR-GERAL FEDERAL, no uso da atribuição que lhe foi delegada pelo Procurador-Geral Federal, nos termos da Portaria PGF nº 329, de 22 de maio de 2007, considerando o disposto na Portaria PGF nº 530, de 13 de julho de 2007, e na Portaria PGF nº 531, de 13 de julho de 2007, resolve:

Art. 1º Atribuir às Procuradorias-Regionais Federais, Procuradorias Federais nos Estados, Procuradorias-Setoriais Federais e respectivos Escritórios de Representação, a representação judicial da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC e da Universidade Federal do Paraná - UFPR, observadas as suas competências territoriais.

Art. 2º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

MARCELO DE SIQUEIRA FREITAS

### Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

#### GABINETE DO MINISTRO

##### DESPACHO DO MINISTRO

Em 15 de janeiro de 2008

Referência: Proc. nº 21018.008183/2007-77

Apenso: 70010.000008/2008-06, 21000.007383/2004-59, volumes I a VI, com apensos: 70010.000008/2005-55 e 70010.000302/2005-67, Anexos I e II, 21000.013066/2003-91, volumes I e II, Anexos I a IV, 21018.008808/2003-77, com apensos: 70010.000630/2003-00, 70010.000344/2003-36 e 21018.003746/2004-98; 3 fitas VHS, 21018.007214/2004-20, 21018.009123/2004-29, 70010.000185/2007-01, 70000.001202/2005-77 e 70000.000725/2005-04.

Interessado: Gabinete do Ministro

Fábio Gomes e Gama

Assunto: Administrativo. Disciplinar. Ex-servidor da SFA/ES. Pedido de revisão de processo.

Considerando o que consta dos autos epígrafados, à vista da manifestação da Consultoria Jurídica, que acolhe e agrega a esta decisão, para dela fazer parte integrante, a título de fundamento, independentemente de sua transcrição, consoante dispõe o § 1º, do art. 50, da Lei nº 9.784, de 29 de janeiro de 1999, bem como, com base no disposto no art. 174, da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990, conheço do pedido de revisão, por advir de pessoa legitimada para recorrer, já que a sua esfera jurídica pessoal foi atingida pela decisão recorrida, mas, quanto ao mérito, por não terem sido aduzidos fatos novos, ou circunstâncias suscetíveis de justificar a inocência do requerente ou a inadequação da sanção infligida, que não tenham sido sopesados anteriormente, nego-lhe provimento.

REINHOLD STEFANES

### SUPERINTENDÊNCIA FEDERAL DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO NO ESPÍRITO SANTO

#### RETIFICAÇÃO

Na Portaria SFA/ES nº 249, de 22 de novembro de 2007, publicada em 3/12/2007, pág. 3, da Seção 1, referente a renovação de credenciamento da empresa AJP DESINSETIZADORA LTDA, registro nº BR ES 245, onde se lê: "CNPJ nº 00.776.218/0001-321", leia-se: "CNPJ nº 00.776.218/0001-32".

### Ministério da Ciência e Tecnologia

#### GABINETE DO MINISTRO

PORTARIA Nº 17, DE 15 DE JANEIRO DE 2008

O MINISTRO DE ESTADO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, no uso das atribuições que lhe confere o art. 87, parágrafo único, incisos II e IV, da Constituição Federal, e tendo em vista o disposto nos arts. 3º da Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991, e 7º do Decreto nº 5.906, de 26 de setembro de 2006, resolve:

Art. 1º Reconhecer, conforme consta do processo MCT nº 01200.001410/2007-69, de 30 de março de 2007, que o produto Impressora térmica, modelos FS 600 e DR 600, desenvolvido pela empresa Daruma Telecomunicações e Informática S.A., inscrita no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica do Ministério da Fazenda - CNPJ/MF sob o nº 45.170.289/0001-25, atende à condição de bem de informática e automação, desenvolvido no País, nos termos e para os fins estabelecidos na Portaria MCT nº 950, de 12 de dezembro de 2006.

Art. 2º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

SERGIO MACHADO REZENDE

### COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA

#### EXTRATO DE PARECER TÉCNICO Nº 1.255/2008

O Presidente da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, no uso de suas atribuições e de acordo com o artigo 14, inciso XIX, da Lei 11.105/05 e do Art. 5º, inciso XIX do Decreto 5.591/05, toma público que na 106ª Reunião Ordinária, ocorrida em 20 de setembro de 2007, a CTNBio apreciou e emitiu parecer técnico para o seguinte processo:

Processo nº: 01200.002109/2000-04  
Requerente: Syngenta Seeds Ltda  
CNPJ 049.156.326/0001-00  
Endereço: Av. das Nações Unidas 1801 - 4º andar - São Paulo - SP - CEP 04795-900  
Assunto: Liberação comercial de milho geneticamente modificado

Extrato Prévio Comunicado 115/2000, publicado em 31/07/2000

#### Decisão DEFERIDO

A CTNBio, após apreciação do pedido de Parecer Técnico para liberação comercial de milho geneticamente modificado resistente a insetos da ordem Lepidoptera (Milho BT11, Evento BT11), bem como de todas as progênes provenientes do evento de transformação BT11 e suas derivadas de cruzamento de linhagens e populações não transgênicas de milho com linhagens portadoras do evento BT11, concluiu pelo seu DEFERIMENTO nos termos deste parecer técnico conclusivo.

A Syngenta Seeds Ltda solicitou à CTNBio Parecer Técnico para o livre registro, uso, ensaios, testes, semeadura, transporte, armazenamento, comercialização, consumo, importação, liberação e descarte de milho (*Zea mays*, L.) resistente a insetos da ordem Lepidoptera Milho BT11. Esse milho foi geneticamente modificado pela inserção do plasmídeo pZ01502 contendo a fusão do gene cryIA (Bt) com o gene pat. O evento de milho transgênico BT11 foi obtido pela transferência direta de ADN em protoplastos da linhagem H8540 de milho, derivados de células embriônicas em cultura em suspensão tratadas com enzimas para degradação da parede celular. Contém o gene sintético BtK proveniente de *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, que codifica a  $\delta$ -endotoxina CryIAb, que possibilita a tradução da  $\delta$ -endotoxina letal a insetos que ingerirem estas células, particularmente aquelas da ordem Lepidoptera e o gene pat, derivado de *Streptomyces viridicircum* cepa Tu494 e codificador da enzima fosfotransferase N-acetiltransferase (PAT). Para CryIA(Bt), os níveis de expressão mais elevados foram observados em folhas, com 27 a 33  $\mu$ g/g de tecido fresco. Níveis 5 a 10 vezes mais baixos foram observados em tecidos da palha, colmo e grãos. Para PAT, a quantidade descrita em folhas é da ordem de 44 ng/g de tecido fresco. Metade deste valor foi encontrada em pendões e 10 vezes menos em estiletoestimas. Não foram apontados efeitos alérgicos ou tóxicos provenientes de plantas e grãos geneticamente modificados. As proteínas geneticamente modificadas são degradadas pela cocção, pelos sucos gástricos e por bactérias presentes no trato gastrointestinal de seres humanos e animais. Em virtude da maior proteção das plantas ao ataque de insetos e, em particular, das espigas do milho BT11, há menos toxinas de origem fúngica nos grãos, reduzindo a possibilidade de intoxicações de seres humanos e animais. As proteínas Cry e PAT não se volatilizam nem são absorvidas pela epiderme e, por essas razões não se justificaria avaliar a toxicidade destas proteínas por via inalatória ou dérmica. Nenhuma mudança biológica significativa não intencional ocorreu na composição ou no valor nutricional do grão e da forragem do milho BT11, como consequência da expressão dos transgenes cryIA(Bt) e pat, sugerindo, portanto, que o milho BT11 é substancialmente equivalente em composição nutricional ao respectivo híbrido isogênico não geneticamente modificado e híbridos comerciais de milho. A dispersão de sementes de milho é facilmente controlada, uma vez que a domesticação do milho eliminou os mecanismos ancestrais de dispersão de sementes e o movimento de pólen é o único meio efetivo de escape de genes de plantas de milho. O fluxo gênico horizontal entre milho Bt e outras espécies, mesmo aquelas muito relacionadas, tem probabilidade praticamente nula de ocorrer, pois espécies silvestres relacionadas com o milho não ocorrem natural-

### PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA CASA CIVIL IMPRESA NACIONAL

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA  
Presidente da República

DILMA VANA ROUSSEFF  
Ministra de Estado Chefe da Casa Civil

ERENICE ALVES GUERRA  
Secretária Executiva da Casa Civil

FERNANDO TOLENTINO DE SOUSA VIEIRA  
Diretor-Geral da Imprensa Nacional

#### DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO SEÇÃO 1

Publicação de atos normativos

JORGE LUIZ ALENCAR GUERRA  
Coordenador-Geral de  
Publicação e Divulgação

ALEXANDRE MIRANDA MACHADO  
Coordenador de Editoração  
e Divulgação Eletrônica dos Jornais Oficiais

FRANCISCO DAS CHAGAS PEREIRA  
Coordenador de Produção

<http://www.in.gov.br> e-mail: [ouvidoria@in.gov.br](mailto:ouvidoria@in.gov.br)  
SIG, Quadra 6, Lote 800, CEP 70610-460, Brasília - DF  
CNPJ: 04196645/0001-00  
Fones: 0800 725 6787



mente no Brasil. A coexistência entre cultivares de milho convencionais (melhoradas ou crioulas) e cultivares transgênicas de milho é possível do ponto de vista agrônomo, devendo-se, para isso, observar o disposto na Resolução Normativa nº 4 da CTNBio. Uma vez que *B. thuringiensis* é um microrganismo de solo, a exposição dos organismos vivos e do meio ambiente a essa bactéria ou a qualquer elemento extraído dela é um evento que ocorre abundantemente na natureza, não resultando em risco significativo para a microbiota do solo. Contudo, mesmo que ocorra fluxo gênico entre plantas de milho Bt11 e variedades crioulas, não se esperam diferenças do fluxo gênico em relação a qualquer outro alelo existente nas plantas. Em síntese, o gene ou alelo só permanecerá na população se o fluxo gênico for contínuo, com uma frequência relativamente alta e se houver alguma vantagem adaptativa. No ambiente brasileiro, onde espécies nativas sexualmente compatíveis com o milho não são ocorrentes ou conhecidas, o risco do milho Bt11 realizar ou promover a invasão de áreas não cultivadas e cultivadas é inexistente. A ingestão da δ-endotoxina CryIA(b) por lagartas de *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea* e *Diatraea saccharalis* com ambiente digestivo alcalino promoverá a sua morte pela interação da proteína com receptores de superfície celular das células intestinais desses insetos, promovendo a abertura de poros e a invasão de microrganismos do trato intestinal. Assim, a morte dos insetos é decorrente do desequilíbrio osmótico promovido pela toxina e pela septicemia decorrente da invasão por microrganismos da flora intestinal. Não foram observadas diferenças significativas entre as populações de tesourinha, joaninhas, carabídeos, cimdilídeos e aranhas, bem como do parasitóide de *H. zea*, *Tnchogramma* sp., quando comparadas plantas Bt11 com sua linhagem isogênica não modificada geneticamente. Os híbridos Bt11 foram eficientes para controle dos lepidópteros-praga avaliados, bem como superiores para os parâmetros agrônomicos rendimento de grãos e grãos ardidos. Para os demais parâmetros agrônomicos avaliados (estatura de plantas, altura de inserção da espiga, data de florescimento masculino e feminino, nota para doenças, porcentagem de plantas eretas, tipo de grão, cor de grão), os híbridos Bt11 apresentaram desempenho estatisticamente igual aos respectivos híbridos isogênicos não GM, confirmando a equivalência de desempenho agrônomico entre os híbridos Bt11 e os isogênicos não GM em condições de cultivo da cultura no Brasil. Atualmente, no Brasil, ocorre uso indiscriminado de inseticidas e até mesmo mistura de produtos químicos, na tentativa de controlar insetos, especialmente *S. frugiperda*.

O uso da tecnologia Bt no Brasil poderá contribuir com a redução do uso de inseticidas e, consequentemente, reduzir os impactos do uso desses agrotóxicos no meio ambiente, na saúde humana e animal, podendo também auxiliar, de forma indireta, a preservação de populações de organismos não-alvo e insetos benéficos, facilitando o manejo integrado de pragas da lavoura. O uso de plantas geneticamente modificadas resistentes a insetos apresenta repercussões positivas também nos aspectos relacionados à obtenção, distribuição e uso de inseticidas químicos, por reduzir significativamente a poluição provocada por rejeitos industriais e pelo uso da água utilizada nas pulverizações, além de evitar a contaminação do homem, dos alimentos, rios e nascentes, decorrentes do uso, transporte e armazenamento de inseticidas. Diante do exposto, conclui-se que cultivo e consumo do milho Bt 11 não são potencialmente causadores de significativa degradação do meio ambiente ou de riscos à saúde humana e animal. Por essas razões, não há restrições ao uso deste milho ou seus derivados. A requerente deverá conduzir monitoramento pós-

liberação comercial nos termos da Resolução Normativa nº 3 da CTNBio. Conforme estabelecido no art. 1º da Lei 11.460, de 21 de março de 2007, "ficam vedados a pesquisa e o cultivo de organismos geneticamente modificados nas terras indígenas e áreas de unidades de conservação". No âmbito das competências do art. 14 da Lei 11.105/05, a CTNBio considerou que o pedido atende às normas e à legislação pertinente que visam garantir a biossegurança do meio ambiente, da agricultura e da saúde humana e animal.

A CTNBio esclarece que este extrato não exerce a requerente do cumprimento das demais legislações vigentes no país, aplicáveis ao objeto do requerimento.

A íntegra deste Parecer Técnico consta do processo arquivado na CTNBio. Informações complementares ou solicitações de maiores informações sobre o processo acima listado deverão ser encaminhadas por escrito à Secretaria Executiva da CTNBio.

WALTER COLLI

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

DIRETORIA DE ADMINISTRAÇÃO

DESPACHO DO DIRETOR

Em 15 de janeiro de 2008

29ª RELAÇÃO DE REVALIDAÇÃO DE CREDENCIAMENTO - LEI 8.010/90

ENTIDADE	CREDENCIAMENTO	CNPJ
FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE CARATINGA (CENTRO UNIVERSITÁRIO DE CARATINGA) - FUNEC/UNEC	900.0879/2003	19.325.547/0001-95

GILBERTO PEREIRA XAVIER

# Em qual Diário VOCÊ poderá encontrar a matéria de seu interesse?

## DIÁRIO OFICIAL Seção 1

Destinada à publicação de Leis, Decretos, Resoluções, Instruções Normativas, Portarias e outros atos normativos de interesse geral.

## Seção 2

Destinada à publicação de atos de interesse dos servidores da Administração Pública Federal.

## Seção 3

Destinada à publicação de Contratos, Editais, Avisos e Ineditoriais.



## DIÁRIO DA JUSTIÇA Seção 1

Destinada à publicação dos atos dos Tribunais Superiores do Poder Judiciário, do Ministério Público da União e do Conselho Federal da Ordem dos Advogados do Brasil.

## Seção 2

Destinada à publicação dos atos dos Tribunais Regionais Federais e do Boletim da Justiça Federal – Seção Judiciária do DF.

## Seção 3

Destinada à publicação dos atos do Tribunal Regional do Trabalho (10ª Região), Tribunal Regional Eleitoral (DF), Tribunal Marítimo, Tribunal de Justiça do Distrito Federal e da Ordem dos Advogados do Brasil – Seção DF.



## ANEXO 4

### Requisitos mínimos para determinação de Valor de Cultivo e Uso do milho.



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO  
SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DEPARTAMENTO DE FISCALIZAÇÃO DE INSUMOS AGRÍCOLAS  
REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES

#### ANEXO V

#### Requisitos Mínimos para Determinação do Valor de Cultivo e Uso de Milho (*Zea mays*) para Inscrição no Registro Nacional de Cultivares - RNC

##### I - Ensaios

- A) Número de Locais: 3 locais por região edafoclimática de importância para a cultura/cultivar, por ano.
- B) Período mínimo de realização: 2 anos e/ou 2 estações de cultivo.  
No caso de cultivar já registrada e modificada via transformação genética (OGM) será necessário a apresentação de dados de pelo menos um ano de ensaios.

##### II - Delineamento experimental

- A) Blocos: critério do pesquisador responsável. Tratando-se de blocos casualizados, limitar o número de entradas por ensaio (máximo de cinquenta entradas por ensaio).
- B) Tamanho da parcela: as parcelas úteis deverão ter no mínimo duas fileiras de 4,0 m de comprimento, com espaçamento e densidade usuais na região de realização do(s) teste(s) e na dependência da(s) cultivar(es) testada(s).
- C) Número de repetições: no mínimo duas por local.
- D) Testemunhas: deverão ser utilizadas no mínimo duas cultivares inscritas no RNC, identificadas entre aquelas mais representativas na região de realização dos testes, sendo pelo menos uma da mesma categoria da cultivar objeto de registro.
- E) Somente serão válidos ensaios com Coeficiente de Variação (CV) até 20%.

##### III - Características a serem avaliadas

- A) Descritores (item 8 do formulário): deverá ser preenchido no caso da cultivar não estar protegida no Brasil.
- Forma da ponta da primeira folha: pontiaguda, pontiaguda/arredondada, arredondada, arredondada/espatalada, espatalada;
  - Ângulo entre a lâmina foliar e o caule, medido logo acima da espiga superior: pequeno, médio, grande;
  - Comportamento da lâmina foliar acima da espiga superior: reta, recurvada, fortemente recurvada;
  - Comprimento da haste principal do pendão, medido entre o ponto de origem e o ápice da haste central: curto, médio e longo;
  - Ângulo entre a haste principal do pendão e a ramificação lateral, no terço inferior do pendão: pequeno, médio e grande;
  - Coloração do estigma pela antocianina: ausente, presente;
  - Tipo de grão, medido no terço médio da espiga: duro, semi-duro, semi-dentado, dentado, doce, pipoca, farináceo, opaco, ceroso.
- B) Características agronômicas (item 9 do formulário):
- Florescimento masculino - anotar o somatório do número de dias da germinação até 50% das plantas liberando pólen;
  - Florescimento feminino - anotar o somatório do número de dias da germinação até 50% das plantas exibindo estilo-estigmas;

Obs.: facultá-se aos requerentes apresentarem, a título de informações adicionais aos itens acima, o número de graus dias, utilizar para tanto a fórmula :

$$GD = \frac{\sum (T.\text{max.} + T.\text{min.} - 10)}{2}$$

onde: GD = Graus dia  
T.max. = Temperatura máxima em °C  
T.min. = Temperatura mínima em °C

Considerando-se temperatura mínima inferior a 10°C como 10 e temperatura máxima superior a 30°C como 30

- c) Altura da planta - anotar a altura média das plantas na parcela medindo sempre do nível do solo até a inserção da folha bandeira;
  - d) Altura da espiga - anotar a altura média das espigas na parcela medindo sempre do nível do solo até a inserção da 1ª espiga (espiga superior);
  - e) “Stand” final - anotar o número de plantas por ocasião da colheita;
  - f) Comprimento médio das espigas;
  - g) Diâmetro médio das espigas;
  - h) Número de fileiras de grãos;
  - i) Textura dos grãos;
  - j) Coloração dos grãos;
  - k) Empalhamento;
  - l) Peso de 1000 sementes;
  - m) Peso hectolítrico.
- C) Reação a doenças (item 10 do formulário):
- a) Antracnose de colmo - *Colletotrichum graminicola*;
  - b) Ferrugem comum - *Puccinia sorghi*;
  - c) Mancha foliar de Helminthosporium - *Exserohilum tursicum*;
  - d) Pinta branca - *Phaeosphaeria maydis*;
  - e) Ferrugem polissora - *Puccinia polysora*;
  - f) Ferrugem branca - *Physopella zae*;
  - g) Complexo Enfezamento do milho “Corn stunt”;
  - h) *Diplodia maydis*;
  - i) Fusariose - *Fusarium moniliforme*;
  - j) *Gibberella zae*;
  - k) Outras doenças.
- D) Características especiais (item 11 do formulário): para fins de melhor identificação do material, poderão ser apresentadas, a critério do obtentor/detentor, informações sobre:
- a) Reação a pragas: apresentar indicadores de resistência/tolerância (ex.: *Spodoptera*, *Elasmopalpus*, *Diatraea*, etc.);
  - b) Reação a adversidades: apresentar indicadores de tolerância (ex.: seca, salinidade, toxidade de alumínio, frio, etc.);
  - c) Reação a herbicidas/pesticidas;
  - d) Descrição em nível molecular.

E) Avaliação da produtividade (item 12 do formulário):

a) Peso de grãos e/ou espigas espalhadas, em kg/ha, ajustado para 13% de umidade, da cultivar de milho a ser inscrita no RNC e das cultivares testemunhas avaliadas, por região edafoclimática, local e ano;

b) Umidade dos grãos na colheita - percentagem de umidade dos grãos (% de umidade base úmida).

F) Avaliação da qualidade tecnológica/industrial (item 13 do formulário): apresentar informações sobre qualidades nutricionais: no caso de milhos especiais, deverão ser apresentados indicadores de caracteres qualitativos/quantitativos de interesse (teor de óleo, proteínas, amido, produção de massa seca, produção de massa verde).

IV - Atualização de informações: novas informações sobre a cultivar, tais como, mudanças na região de adaptação, reação a pragas, doenças, limitações, etc., devem ser enviadas, nos mesmos modelos do VCU, para serem anexadas ao documento de inscrição.

V - Observação: no preenchimento do formulário, sempre que necessário, utilizar folhas anexas.

## ANEXO 5

### Requisitos mínimos para determinação de Valor de Cultivo e Uso da soja.



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO  
SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DEPARTAMENTO DE FISCALIZAÇÃO DE INSUMOS AGRÍCOLAS  
REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES

#### ANEXO VI

#### Requisitos Mínimos para Determinação do Valor de Cultivo e Uso de Soja (*Glycine max*) para Inscrição no Registro Nacional de Cultivares - RNC

##### I - Ensaios

- A) Número de locais: um local em cada região edafoclimática de importância para a cultura.
- B) Período mínimo de realização:
  - a) Cultivares convencionais: 2 anos.
  - b) Cultivares essencialmente derivadas: 1 ano, desde que o parental recorrente esteja inscrito no Registro Nacional de Cultivares - RNC (vide observação item V).

##### II - Delineamento experimental

- A) Delineamento estatístico: blocos casualizados, com no mínimo três repetições ou outro delineamento com igual ou maior precisão experimental.
- B) Tamanho da parcela: cada parcela deverá ter, no mínimo, 4,0 m<sup>2</sup> (caracterizar área útil).
- C) Grupos de maturação: para serem testadas, as cultivares e linhagens serão enquadradas em até seis grupos de maturação: superprecoce, precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio.
- D) Cultivares testemunhas: deverão ser utilizadas, como padrões comparativos e por grupo de maturação, duas cultivares inscritas no RNC, devendo as mesmas serem mantidas durante o período do teste de cada cultivar.
- E) No caso de cultivares essencialmente derivadas, incluir ainda o parental recorrente (cultivar inicial) como testemunha.

##### III - Características a serem avaliadas

- A) Descritores (item 8 do formulário): preencher no caso da cultivar não estar protegida no Brasil.
  - a) Plântula - Pigmentação antociânica do hipocótilo: ausente, presente;
  - b) Tipo de crescimento: determinado, semideterminado, indeterminado;
  - c) Cor da pubescência na haste principal: cinza, marrom clara, marrom média;
  - d) Densidade da pubescência na haste principal: baixa, média, alta;
  - e) Cor da flor: branca, roxa;
  - f) Cor da vagem (com pubescência): cinza clara, cinza escura, marrom clara, marrom média, marrom escura;
  - g) Forma da semente: esférica, esférica achatada, alongada, alongada achatada;

- h) Cor do tegumento (excluído o hilo): amarela, amarela-esverdeada ou outra, verde, marrom clara, marrom média, marrom escura, preta;
- i) Intensidade do brilho do tegumento: baixa, média, alta;
- j) Cor do hilo: cinza, amarela, marrom clara, marrom, preta imperfeita, preta;
- k) Reação do tegumento à peroxidase: positiva (+), negativa (-), negativa e positiva (+/-).

B) Características agrônômicas (item 9 do formulário):

- a) Ciclo vegetativo: número de dias da emergência à floração (50% das plantas com flores);
- b) Ciclo total: número de dias da emergência à maturação. (Obs.: maturação: 95% das vagens secas);
- c) Altura das plantas (cm);
- d) Altura de inserção das vagens inferiores (cm). (Obs.: avaliadas na área útil);
- e) Grau de acamamento:
  - todas ou quase todas as plantas eretas;
  - todas ou quase todas as plantas levemente inclinadas ou até 25% das plantas acamadas;
  - todas as plantas medianamente inclinadas ou de 25 a 50% das plantas acamadas;
  - todas as plantas fortemente inclinadas ou de 50 a 80% das plantas acamadas;
  - mais de 80% das plantas acamadas.
- f) Grau de deiscência das vagens (avaliada aos 15 dias após a maturação):
  - 0% de debulha;
  - 1 a 3% de debulha;
  - 4 a 10% de debulha;
  - 11 a 20% de debulha;
  - mais de 20% de debulha.
- g) Peso de 100 sementes (em gramas, base 13% de umidade da semente).

C) Reação a doenças e nematóides (item 10 do formulário): casa de vegetação e/ou a campo, preencher utilizando os códigos da tabela a seguir:

Código	Conceito
R	Resistente
MR	Moderadamente resistente
MS	Moderadamente suscetível
S	Suscetível
AS	Altamente suscetível
T	Tolerante
MT	Moderadamente tolerante
SI	Sem informação

- a) Pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*): R ou S;
- b) Crestamento bacteriano (*Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*): R, MR, MS, S ou SI;
- c) Mancha “olho-de-rã” (*Cercospora sojina*): R, MR, MS ou S;
- d) Podridão parda da haste (*Phialophora gregata*): R, MR, MS, S ou AS;
- e) Mosaico comum da soja (VMCS): R, S ou SI;
- f) Oídio (*Microsphaera diffusa*): R, MR, S ou AS;
- g) Cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*): R, MR, MS, S ou AS;

- h) Podridão vermelha da raiz (*Fusarium solani*): R, MR, MS, S, AS ou SI;
  - i) Nematóide das galhas (*Meloidogyne incognita*): T, MT, S ou SI;
  - j) Nematóide das galhas (*Meloidogyne javanica*): T, MT, S ou SI;
  - k) Nematóide de cisto (*Heterodera glycines*): R, MR, MS, S, AS ou SI.
- D) Avaliação da produtividade (item 11 do formulário):

A produtividade das cultivares e linhagens será calculada a partir do rendimento da área útil das parcelas, padronizado para 13% de umidade e transformado em quilogramas por hectare.

Experimentos cujos Coeficientes de Variação forem superiores a 20% não deverão ser computados na análise de conjunto dos locais e por consequência, no cálculo da produtividade na região.

Será inscrita no Registro Nacional de Cultivares (RNC) a cultivar que, nos ensaios de determinação do VCU, tenha obtido produtividade igual ou superior a média das testemunhas. Caso contrário, o solicitante da inscrição deverá indicar a existência de característica(s) de relevância que justifique(m) a sua inscrição no RNC.

E) Avaliação da qualidade tecnológica/industrial (item 12 do formulário):

A qualidade industrial das cultivares de soja será expressa pelos teores de óleo e de proteína nos grãos, em percentagem, e sobre o peso da matéria seca do grão. Incluir também os teores das cultivares testemunhas.

As amostras, para essas análises, podem ser coletadas de apenas uma repetição (bloco) de cada local (experimento), em cada ano.

#### IV - Atualização de informações

Novas informações sobre a cultivar, tais como: mudanças na região de adaptação, reação a pragas, doenças, nematóides, limitações, etc., devem ser enviadas nos mesmos formulários do VCU, para serem anexadas ao documento de inscrição.

#### VII - Observações transitórias

Durante o período de dois anos (1998 e 1999) serão aceitas propostas de inscrição no RNC, com informações parciais para: deiscência, peso de 100 (cem) sementes, teor de óleo, teor de proteína e reação à oídio.

Também, em caráter transitório, de dois anos (1998 e 1999), serão aceitas propostas de inscrição no RNC de cultivares essencialmente derivadas, com um mínimo de um ano de teste ou dois anos se o parental não estiver inscrito no RNC.

VIII - Observação: no preenchimento do formulário, sempre que necessário, utilizar folhas anexas.

## ANEXO 6

Requisitos mínimos para determinação de Valor de Cultivo e Uso do algodão.



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO  
SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DEPARTAMENTO DE FISCALIZAÇÃO DE INSUMOS AGRÍCOLAS  
REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES

### ANEXO I

Requisitos Mínimos para Determinação do Valor de Cultivo e Uso de Algodão (*Gossypium* spp) para Inscrição no Registro Nacional de Cultivares - RNC

#### I – Ensaio:

- A) Número de Locais: no mínimo três locais, por região edafoclimática de importância para a cultura/cultivar.
- B) Período mínimo de realização: dois anos
- C) Ambiente de obtenção dos dados: campo, casa de vegetação, laboratório, outro (definir).

#### II - Delineamento experimental:

As avaliações deverão ser realizadas em ensaios conduzidos com delineamento experimental e precisão estatística adequada. Deverá ser utilizada uma cultivar inscrita no RNC, como testemunha de referência, do mesmo grupo e ciclo.

#### III - Características a serem avaliadas:

- A) Descritores (item 8 do formulário): preencher no caso da cultivar não estar protegida no Brasil.
  - a) Altura da planta: muito baixa, baixa, média, alta, muito alta
  - b) Planta – graduação: ausente, normal, intensa;
  - c) Forma da folha: palmada, digitada, lanceolada;
  - d) Folha – nectários: presentes na nervura central, presentes na nervuras central e laterais, ausente;
  - e) Cor da corola da flor: creme, amarela, amarela sulfurina
  - f) Forma da maçã, em seção longitudinal: redonda, elíptica, ovalada;
  - g) Comprimento do pedúnculo da maçã: curto médio e longo.
- B) Características agronômicas (item 9 do formulário):
  - a) Ciclo até o florescimento: número médio de dias da emergência das plântulas até a abertura da primeira flor branca;
  - b) Precocidade de maturação: número médio de dias da primeira flor branca até a deiscência de 2/3 dos frutos;
  - c) Ciclo até a colheita: número médio de dias a partir da emergência até a abertura de pelo menos 90% dos frutos;
  - d) Retenção da pluma pela cápsula após a deiscência: especificar se é fraca (solta), média ou forte;
  - e) Peso do capulho: peso médio, em gramas, do algodão em caroço de um capulho;
  - f) Peso médio, em gramas, de cem sementes, após a retirada das fibras. Informar se a determinação foi feita de sementes com ou sem línter;
  - g) Percentagem de fibras: percentagem média da amostra, avaliando-se o peso das fibras sobre o peso total do algodão em caroço. Definir o tipo de descaroador utilizado (serras ou rolo).
- C) Reação a doenças e fatores adversos (pragas, fatores ambientais):

Identificar apropriadamente a reação da cultivar à Ramulose (*Colletotrichum gossypii* f. *cephalosporioides*), Murcha de Fusarium (*Fusarium oxysporium* f. *vasinfectum*), Murcha de Verticillium (*Verticillium albo-atrum*), Mancha de Stemphyllium (*Stemphyllium solani*), nematóides, Mancha angular

(*Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum*), viroses, Murchamento avermelhado, Doença azul, Vermelhão e, facultativamente, a outras doenças, pragas e fatores ambientais que julgar importante, utilizando os códigos definidos no item 10 do formulário.

a) Ambiente de avaliação dos fatores: campo, casa de vegetação, laboratório, outro (definir).

D) Avaliação da produtividade: produtividade média e amplitude dos experimentos realizados (item 11 do formulário):

a) Quantidade de algodão em caroço produzida expressa em kg/ha;

b) Quantidade de fibra produzida expressa em kg/ha.

E) Avaliação da qualidade tecnológica/industrial:

a) Ambiente de obtenção do material analisado: campo, casa de vegetação, outro (definir);

b) Características a serem determinadas - anotar a média geral comparativamente à cultivar testemunha (cultivar conhecida); citar os métodos de determinação e unidades adotadas:

- Maturação de fibra (micronaire);

- Comprimento da fibra;

- Uniformidade de comprimento da fibra;

- Finura da fibra (micronaire);

- Resistência da fibra;

- Elongação da fibra;

- Índice de fibras curtas;

- Reflectância;

- Grau de amarelecimento;

- Teor de óleo (%);

- Presença de gossipol no caroço.

c) Outros atributos específicos (opcionais) - apontar outros méritos e/ou deficiências, tais como:

- Adaptação à colheita mecanizada;

- Tolerância à seca;

- Características obtidas em microfiação.

F) Será inscrita no Registro Nacional de Cultivares - RNC a cultivar que nos ensaios de Valor de Cultivo e Uso - VCU, tenha obtido vantagens comparativas à cultivar testemunha. Deve ser enfatizado na documentação apresentada, o tipo de contribuição que a cultivar possa aportar à agricultura nacional ou regional que justifique a sua inscrição no RNC. Entende-se, para fins de justificativa, existência de características especiais, incluindo maior produtividade, resistência a pragas, doenças ou condição ambiental adversa, características tecnológicas da fibra, fio ou teor de óleo.

#### IV - Atualização de informações

Novas informações sobre a cultivar, tais como: mudanças na região de adaptação, reação a pragas, doenças, limitações, etc., devem ser enviadas, nos mesmos formulários do VCU, para serem anexadas ao documento de registro.

VII - Observação: no preenchimento do formulário, sempre que necessário, utilizar folhas anexas.

## ANEXO 7

Requisitos mínimos para determinação de Valor de Cultivo e Uso do feijão.



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO  
SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA  
DEPARTAMENTO DE FISCALIZAÇÃO DE INSUMOS AGRÍCOLAS  
REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES

### ANEXO IV

REQUISITOS MÍNIMOS PARA DETERMINAÇÃO DO VALOR DE CULTIVO E USO DE FEIJÃO  
(*Phaseolus vulgaris*) PARA A INSCRIÇÃO NO REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES – RNC

#### I - Ensaios

- A) Número de locais: no mínimo 3 (três) locais de importância para a cultura por época de semeadura, por estado. A inscrição no RNC será por época de semeadura.
- B) Período mínimo de realização: dois anos.
- C) Tratos culturais: recomenda-se não efetuar o controle de doenças, exceto o tratamento de sementes. As pragas deverão ser controladas sempre que necessário. O uso de irrigação é recomendado somente para o estabelecimento da população inicial de plantas ou quando essa prática for usual no sistema de produção utilizado. Se houver interesse por parte do requerente/responsável pela cultivar, dados adicionais de ensaios conduzidos com controle químico de doenças poderão ser apresentados.

#### II - Delineamento experimental

- A) Blocos casualizados com no mínimo três repetições, ou outro delineamento com igual ou maior precisão experimental.
- B) Dimensão das parcelas: as parcelas deverão ser constituídas de no mínimo quatro fileiras de 4 metros de comprimento desprezando-se as duas fileiras laterais.
- C) Testemunhas: deverão ser utilizados no mínimo duas cultivares inscritas no RNC, preferencialmente por grupo de cor, devendo ser as cultivares mais plantadas na região ou as cultivares com maior potencial de rendimento.
- D) Análise estatística: Os ensaios deverão ser analisados estatisticamente, sendo que serão considerados aqueles que apresentarem coeficiente de variação (CV) de no máximo 25% ou F significativo a 5%.

#### III - Características a serem avaliadas:

- A) Descritor (item 8 do formulário):
  - a) Antocianina no hipocótilo: ausente, presente;
  - b) Flor - cor da asa: branco, rosa, roxo;
  - c) Flor - cor do estandarte: branco, rosa, roxo;
  - d) Sementes - venações na testa: ausente, presente.
- B) Características agronômicas (item 9 do formulário):
  - a) Hábito de crescimento: determinado ou indeterminado;
  - b) Porte: ereto, semi-ereto ou prostrado, a ser determinado na maturação fisiológica;
  - c) Comprimento médio da guia: curto, médio, longo (Obs.: poderá haver dupla opção);
  - d) Cor da flor: uniforme, desuniforme;
  - e) Cor das vagens na maturação fisiológica: amarelo, verde, roxo;
  - f) Cor das vagens na maturação de colheita: uniforme, desuniforme;
  - g) Vagem - forma da seção transversal (somente para feijão vagem): achatada, piriforme, elíptica, octomorfa, circular;
  - h) Vagem - presença de fio (somente para feijão vagem): ausente, presente;
  - i) Vagem - textura da superfície (somente para feijão vagem): lisa, rugosa;

- j) Cor do tegumento (coloração predominante e quantificar em percentagem as possíveis variações);
- k) Cor do halo (quantificar em percentagem as possíveis variações): mesma cor da semente, cor diferente da semente;
- l) Forma da semente: item 30 do formulário de proteção;
- m) Brilho da semente: opaco, intermediário, brilhoso;
- n) Peso médio de 1000 sementes;
- o) Grupo comercial:
  - Carioca - (Ex.: Carioca, Rudá, Pérola, Princesa, IAPAR-14, IAC-Carioca);
  - Preto - (Ex.: Rio Tibagi, Diamante Negro, IAC-Una, IAPAR-44, FT-Nobre, IPA-10);
  - Mulatinho - (Ex.: IPA-7, Corrente da Bahia, Bambui);
  - Rosinha - (Ex.: Rosinha G2);
  - Bico de Ouro - (Ex.: IAC Bico de Ouro);
  - Branco - (Ex.: Ouro Branco);
  - Manteiga - (Ex.: Jalo EEP 558, Jalo Precoce, Novo Jalo, Bagajó, Carnaval);
  - Roxo - (Ex.: Roxo 90);
  - Outros - (vermelhos, rajados, pintados, enxofre, pardo) - (Ex.: Irai, Emgopa 201-Ouro, IAPAR 31, Vermelho 2157).
- p) Ciclo - número médio de dias da emergência ao florescimento;
- q) Ciclo - número médio de dias da emergência à maturação fisiológica.
- C) Reação a doenças (item 10 do formulário):
  - a) Antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*): resistente, moderadamente resistente, suscetível;
  - b) Crestamento bacteriano comum (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*): resistente, moderadamente resistente, suscetível, sem informação;
  - c) Ferrugem (*Uromyces appendiculatus*): resistente, moderadamente resistente, suscetível;
  - d) Mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*): resistente, moderadamente resistente, suscetível;
  - e) Mosaico comum (BCMV): resistente, suscetível;
  - f) Mosaico dourado (VMDF, BGMV): resistente, moderadamente resistente, suscetível, sem informação;
  - g) Murcha de Fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*): resistente, moderadamente resistente, suscetível, sem informação;
  - h) Murcha de Curtobacterium (*Curtobacterium flaccumfasciens* pv. *flaccumfasciens*): resistente, moderadamente resistente, suscetível, sem informação;
  - i) Observação: qualquer informação adicional poderá ser acrescentada;
- D) Reação a adversidades (item 11 do formulário):
  - a) Reação à seca: tolerante, intermediário, suscetível, sem informação;
  - b) Reação a baixas temperaturas: tolerante, intermediário, suscetível, sem informação;
  - c) Reação a altas temperaturas, ocorridas durante a fase reprodutiva: tolerante, intermediário, suscetível, sem informação;
  - d) Outros fatores.
- E) Avaliação da produtividade (item 12 do formulário):
 

O rendimento do ensaio será a média do peso total dos grãos das parcelas úteis, transformado em kg/ha e ajustado para 13% de umidade. As médias obtidas sempre serão comparadas com a média das testemunhas do ensaio.

Será inscrita no RNC a cultivar que, nos ensaios de VCU, tenha obtido uma produtividade igual ou superior à média das cultivares testemunhas. Caso contrário, o interessado na inscrição deverá indicar a existência de outras características importantes que justifiquem a sua inclusão no RNC.
- F) Avaliação da qualidade tecnológica/nutricional (item 13 do formulário):
  - a) A qualidade tecnológica da cultivar e das testemunhas será expressa pelo tempo médio de cozimento em minutos determinada no cozedor de Mattson (**Proctor e Watts, 1987**);

b) A qualidade nutricional da cultivar e das testemunhas será expressa pelo teor de proteína em percentagem, na qual a concentração de proteína é estimada a partir do conteúdo de nitrogênio total do grão determinado pelo método microKjeldhal utilizando-se o fator 6,25 para converter o nitrogênio em proteína (AOAC, 1980).

Para a realização destas análises, as amostras deverão ser coletadas de no mínimo uma repetição por época de semeadura. Quando o registro for para mais de um estado, as análises deverão ser realizadas em amostras coletadas em no mínimo um estado.

IV - Atualização de informações

Novas informações sobre a cultivar, tais como: mudanças na região de adaptação, reação a pragas, doenças, limitações, etc., devem ser enviadas, nos mesmos modelos do VCU, para serem anexados ao documento de inscrição.

V - Observação: no preenchimento do formulário, sempre que necessário, utilizar folhas anexas.

VI - Referências bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. Official analysis. 13 th ed, 1980.

PROCTOR J. R. & WATTS, B. M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. Can. Inst. Food Science and Tecn. Journal, 20(1): 9-14, 1987.

## ANEXO 8

Tabela com os Eventos Transgênicos liberados comercialmente no Brasil até 2011 e data das liberações.

Espécie	Designação	Evento Transgênico	Data da liberação
<b>Soja</b>	Soja Roundup Ready (RR)	<b>GTS 40-3-2</b>	2005
	Soja CV127 / Soja Cultivance	<b>BPS-CV127-9</b>	Dezembro de 2009
	Soja Liberty Link (LL)	<b>A2704-12</b>	Fevereiro de 2010
	Soja Liberty Link (LL)	<b>A5547-127</b>	Fevereiro de 2010
	Intacta RR2 PRO	<b>MON 87701 X MON 89788</b>	Agosto de 2010
<b>Milho</b>	Milho YieldGard/ Milho Guardian	<b>MON810</b>	Agosto de 2007
	Milho Liberty Link (LL)	<b>T25</b>	Mai de 2007
	Milho Bt/ Milho TL	<b>BT 11</b>	Setembro de 2007
	Milho GA21/ Milho TG	<b>GA21</b>	Setembro de 2008
	Milho Roundup Ready 2/ RR2	<b>NK603</b>	Setembro de 2008
	Milho Bt Cry1F 1507/ Milho Herculex I	<b>TC1507</b>	Dezembro de 2008
	Milho TL/TG	<b>BT11 X GA21</b>	Setembro de 2009
	Milho MIR162/ Milho Viptera	<b>MIR 162</b>	Setembro de 2009
	Milho YieldGard/RR2	<b>MON810 X NK603</b>	Setembro de 2009
	Milho Herculex/RR2	<b>TC1507 X NK603</b>	Outubro de 2009
<b>Milho</b>	Milho PRO/ Milho MON 89034	<b>MON89034</b>	Outubro de 2009
	Milho TL TG Viptera	<b>BT11 X MIR162 X GA21</b>	Novembro de 2010
	Milho PRO2	<b>MON89034 X NK603</b>	Novembro de 2010
	Milho MON88017	<b>MON88017</b>	Dezembro de 2010
	Milho Power Core/ "PW/Dow"	<b>MON89034 X TC1507 X NK603</b>	Dezembro de 2011
	Milho HX YG RR2	<b>TC1507 X</b>	Junho de 2011

		<b>MON810 X NK603</b>	
	Milho TC1507 x MON810	<b>TC1507 X MON810</b>	Agosto de 2011
	Milho MON 89034 x MON 88017	<b>MON89034 x MON88017</b>	Setembro de 2011
<b>Algodão</b>	Algodão Bollgard	<b>MON531</b>	Março de 2005
	Algodão LibertyLink	<b>LLCOTTON25</b>	Agosto de 2008
	Algodão Roundup Ready	<b>MON1445</b>	Setembro de 2008
	Algodão Widestrike	<b>281-24-236/3006- 210-23</b>	Março de 2009
	Algodão Bollgard II	<b>MON15985</b>	Maio de 2009
	Algodão Bollgard I Roundup Ready	<b>MON531 X MON1445</b>	Agosto de 2009
	Algodão GlyTol	<b>GHB614</b>	Dezembro de 2010
	Algodão TwinLink	<b>T304-40 X GHB119</b>	Fevereiro de 2011
	Algodão Roundup Ready. Flex	<b>MON88913</b>	Junho de 2011
<b>Feijão</b>	Feijoeiro Embrapa 5.1	<b>Embrapa 5.1</b>	Setembro de 2011