

## AVANÇOS BIOTECNOLÓGICOS NA CULTURA DA SOJA

### BIOTECHNOLOGICAL ADVANCES IN THE SOYBEAN

Renato Pedro Garcia Mateus<sup>1</sup>; Clandio Medeiros da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pós-graduando do Curso de Proteção de Plantas da Faculdade Integrado de Campo Mourão - Pr. e-mail: renatorpgm@hotmail.com <sup>2</sup>Professor orientador do Curso de Pós-graduação de Proteção de Plantas da Faculdade Integrado de Campo Mourão - PR. Endereço para correspondência: Rodovia BR 158, KM 207, s/n, CEP 87300-970, Campo Mourão, Paraná, Brasil. e-mail: claudio@iapar.br

#### Resumo

A soja *Glycine max* L. é de origem asiática e atualmente vem sendo utilizada em grandes áreas intensivamente. Portanto, é de se esperar que, pragas e plantas daninhas aumentem gradativamente. Com o advento da biotecnologia o produtor tem maiores opções no controle desses agentes que reduzem a produtividade. O homem descobriu e mapeou o genoma de algumas espécies sendo possível com a engenharia genética transferir genes específicos de uma espécie doadora para uma espécie receptora de forma controlada, inserindo apenas a parte desejada, mesmo entre espécies diferentes. A primeira soja liberada geneticamente modificada no Brasil foi a soja RR (Roundup Ready) em seguida deu-se a liberação da segunda, a soja CV127, a terceira a Liberty Link evento A2704-12, a quarta a Liberty Link evento A5547-127 e a quinta a soja Intacta RR2 PRO. O objetivo desta revisão foi apresentar os principais avanços biotecnológicos na cultura da soja.

**Palavras chaves:** *Glycine max*, biotecnologia, melhoramento.

#### Abstract

The soybean *Glycine max* L. is of Asian origin, is now being used extensively in large areas, it is expected that pests and weeds increase gradually. With the advent of biotechnology producers have greater ease in controlling these agents that reduce productivity. Man has discovered and mapped the genome of some species being possible with genetic engineering to transfer genes from a donor species specific for a receptor species in a controlled manner by inserting only the desired portion, even among different species. The first genetically modified soy released in Brazil was the RR soybean (Roundup Ready) soy CV127 the second, the third Liberty Link event A2704-12, the fourth Liberty Link event A5547-127 and fifth Intact RR2 soybeans PRO. The aim of this review is to present the main advances in biotech soybeans.

**Key words:** *Glycine max*, biotechnology, improvement.

Recebido em: 03/12/2012.

Aceito em: 29/10/2013.

## Introdução

A soja *Glycine max* L. é de origem asiática, crescia e desenvolvia-se de maneira selvagem na Ásia Central, os chineses começaram a se interessar por essa leguminosa a mais de cinco mil anos, utilizando-a na alimentação a mais de três mil anos (BORÉM, 1999).

No século XV a soja começou a ganhar o mundo, foi levada primeiro para a Europa e após cinco séculos os americanos começaram a descobrir realmente o seu potencial. No início de

seu cultivo nos Estados Unidos a soja era utilizada como forrageira e após alguns anos para produção de grãos, onde encontrou condições ideais para seu desenvolvimento (BORÉM, 1999).

A soja é considerada por Borém (1999), uma planta herbácea, da classe dicotiledônea pertencente à família Fabaceae, subfamília Papilionacéas, com ciclo geralmente anual e raramente perene que varia de 70 a 200 dias, variedades brasileiras possuem ciclo de 100 a 140 dias, com crescimento determinado ou indeterminado chegando a uma altura de 60 a

120 cm, sendo a raiz principal pivotante com raízes secundárias e terciárias, folhas longo pecioladas com três folíolos cordiformes, flores com autofecundação e vagens levemente arqueadas com sementes lisas de coloração geralmente amarelada.

No Brasil há relatos que a soja foi trazida por imigrantes japoneses, mas oficialmente a soja foi importada dos Estados Unidos no ano de 1882 pelo professor de agronomia da Bahia Gustavo Dutra. Porém, foi no Rio Grande do Sul onde a mesma encontrou condições ideais para seu desenvolvimento, condições estas semelhantes ao clima americano, ganhando espaço a partir da década de 40. Com a intensificação dos trabalhos de melhoramento genético e da adaptação de cultivares em 1960 já se cultivava soja nos três estados do sul e na década de 80 encontrava-se plantações presentes no Brasil Central (EMBRAPA, 2004).

Segundo dados da CONAB (2013) o Brasil é o maior produtor de soja do mundo, com uma área plantada de aproximadamente 27 milhões de hectares e uma produção de 83.992,2 milhões de toneladas, com uma produtividade de 3.031 Kg/ha.

Com a utilização de extensivas áreas com cultivo da soja, o aumento de pragas e plantas daninhas tornou-se evidente na cultura, é cada vez mais comum ouvir que novas pragas ou infestantes que não atacavam ou infestavam a cultura da soja começaram a atacar ou a infestar a lavoura. Pois as pragas e as plantas daninhas vão se adaptando ao meio em que vivem. Um desses exemplos é que as lagartas da soja podem desfolhar a planta de soja em 100% se não controlada no período correto (OPPELT, 2012).

Segundo dados obtidos por Meschede (2002) há redução de até 95% na produtividade da soja por mato-competição, onde na maioria das vezes para tentar diminuir as perdas, o sojicultor acaba sem muita opção, utilizando dosagens elevadas de agrotóxicos, que acaba contaminando os alimentos, o meio ambiente e a

si próprio, e muitas vezes não tem o controle desejado do alvo em sua lavoura.

Com a utilização da biotecnologia Oliveira (2000) comenta que ocorrem vários reflexos positivos para o produtor, o mesmo tem maior facilidade no controle de pragas e invasoras, dessa maneira o agricultor ganha em produtividade, a indústria e o consumidor ganham alimentos mais saudáveis e o meio ambiente recebe menos agrotóxico.

Borém (2005) ressalta que a biotecnologia é uma ciência antiga, o homem utiliza a levedura junto com a uva para formar o processo de fermentação ocasionando o vinho e também a levedura junto com a farinha de trigo para a produção de pão a milhares de anos atrás.

Um ramo da biotecnologia que vem sendo utilizado recentemente no melhoramento genético de plantas é a engenharia genética. Por meio desta técnica, o homem conseguiu mapear o genoma de algumas espécies de plantas, bactérias, fungos, vírus entre outros, conhecendo genes com características específicas. Com esta ferramenta tornou-se possível transferir genes específicos de uma espécie doadora para outra espécie receptora, de forma controlada, inserindo-se apenas a parte desejada de forma mais rápida e segura, transferido até entre espécies diferentes (BORÉM, 2005).

Em geral essa transferência de genes pode ocorrer por meio do uso de bactérias do solo, Gander e Marcellino (1997) destacam que a *Agrobacterium tumefaciens* encontrada naturalmente no solo infecta plantas em geral dicotiledôneas e algumas monocotiledôneas causando galhas ou tumores ao transferir parte do seu DNA.

Essa bactéria pode levar DNA exógeno, ou seja, DNA que foi inserido no plasmídeo da bactéria por engenharia genética e desta maneira ao transferir este DNA de interesse para a planta, modificando-a da forma mais natural possível. A transferência também pode ser feita via processo de biobalística este método utiliza um canhão de alta pressão de ar comprimido, que atira



micropartículas de ouro ou tungstênio junto com os genes de interesse em uma parte da planta, inserindo os genes desordenadamente (GANDER; MARCELINO, 1997).

A cultura de tecidos *in vitro* possibilita a regeneração de qualquer parte da planta que foi alterada com o gene específico, dessa forma, regenera-se uma planta inteira e idêntica a natural, mas com uma nova característica (KERBAUY, 1997).

No Brasil o melhoramento genético realizado com técnicas de engenharia genética, produzindo organismos geneticamente modificados (OGMs) só foi liberado recentemente por meio da lei 8.974/1995, sendo a empresa Monsanto a primeira a lançar uma cultivar de soja geneticamente modificada, criando uma grande polêmica e discussão a respeito da adoção ou não dessa tecnologia, só após vários anos de debates e com a aprovação da lei 11.105/2005 de biossegurança, a primeira cultivar de soja geneticamente modificada pode ser cultivada e comercializada (AMÂNCIO, 2009).

O objetivo nesta revisão é apresentar os principais avanços biotecnológicos na cultura da soja no Brasil, ferramentas que ajudam a agricultura brasileira a superar obstáculos de produtividade para alimentar milhões de pessoas pelo mundo.

## Revisão de Literatura

A primeira soja geneticamente modificada segundo Comunicado n.º 54, de 29 de setembro de 1998 é a soja RR (Roundup Ready) da empresa Monsanto, com o auxílio de avançadas técnicas biotecnológicas a pesquisa conseguiu transferir o gene *cp4* da *Agrobacterium* sp. naturalmente encontrada no solo para o DNA da soja por meio do processo de biobalística.

Linhagens de soja com o evento GTS 40-3-2 possuem o gene *cp4-epsps* promotor 35S, na região de localização do peptídeo de transição para o cloroplasto, região esta que pode fazer a codificação para a enzima 5-enolpiruvato-

chiquimato-3-fosfato sintase. Plantas que possuem em seu DNA esse gene, o glifosato não consegue afetar a enzima 5-enolpiruvato-chiquimato-3-fosfato, pois o gene *cp4-* codifica uma enzima EPSPS bastante tolerante ao glifosato (CTNBio, 1998).

No extrato do parecer técnico nº 2236/2009, a soja CV127, geneticamente modificada via processo de biobalística obteve a inserção do gene *csr1-2* de *Arabidopsis thaliana* pela empresa Basf em parceria com a Embrapa Soja, tolerando herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, chamado de evento BPS-CV127-9, este possui:

- O gene *csr1-2* que codifica a enzima aceto-hidroxiácido-sintase que atua na primeira etapa de síntese dos aminoácidos de cadeia ramificada valina, leucina e isoleucina em plantas e microrganismos. A inibição da atividade da enzima AHAS pela ligação de imidazolinonas promove a morte celular pela incapacidade das células produzirem estes aminoácidos fundamentais à síntese de proteínas, além de outros derivados aminoácidos fundamentais para outras rotas metabólicas (CTNBio, 2009).

Sendo que este gene consegue bloquear o efeito dos agrotóxicos na planta de soja, tornando-a tolerante a este tipo de herbicida, sendo mais uma ferramenta de ajuda ao agricultor controlara as plantas daninhas.

Da mesma forma, como apresentado pelo parecer técnico nº 2286/2010, a soja Liberty Link da empresa Bayer evento A2704-12 possui:

- O gene *pat*, responsável pela síntese da enzima fosfinotricina-N-acetiltransferase (PAT), que catalisa a conversão de L-fosfinotricina (glufosinato de amônio) a produtos não tóxicos, inativando o ingrediente ativo e, deste modo, conferindo à planta a característica de tolerância ao herbicida. O gene *pat* utilizado foi uma versão modificada do gene isolado da bactéria natural do solo, *Streptomyces viridochromogenes* foi inserido nas células vegetais utilizando o processo de transformação via biobalística (CTNBio, 2010a).

Plantas com a proteína PAT em níveis adequados permitem aplicações de glufosinato



de amônio até três vezes mais a dosagem recomendada para o uso no campo.

Considerando o parecer técnico nº 2273/2010, a soja Liberty Link da empresa Bayer caracterizada pelo evento A5547-127 também obteve a inserção do gene PAT em seu DNA, plantas com o evento A2704-12 e o evento A5547-127 não diferem entre si na transgenia, apenas a diferença na classificação pelo grupo de maturação da soja no Brasil (CTNBio, 2010b).

O parecer técnico nº 2542/2010, mostra que a soja Intacta RR2 PRO da empresa Monsanto foi liberada para comercialização, mostrando resistência às lagartas, a lagarta comum da soja (*Anticarsia gemmatalis*), a falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*) e (*Rachiplusia nu*) e a broca-das-axilas (*Crociosema aporema*) com tolerância ao glifosato.

A soja Intacta RR2 PRO evento MON 89788, traz uma modificação para a expressão do gene *cp4 epsps* através do uso do promotor do vírus mosaico da escrofulária, trazendo consequentemente uma melhor expressão do gene inserido no DNA da soja pelo uso da *Agrobacterium tumefaciens*, sendo esta cruzada convencionalmente com a soja resistente a insetos, evento MON 87701 que teve a introdução do gene *Cry1Ac* oriundo de *Bacillus thuringiensis* no seu DNA, mediada por *Agrobacterium tumefaciens*, permitindo a

expressão do gene em toda a planta (CTNBio, 2010c).

Conforme afirmação de Fluza (2009) esse gene *Cry1Ac* oriundo de *Bacillus thuringiensis*, têm habilidade de solubilizar cristais proteicos no intestino médio do inseto, levando o mesmo a paralisia e a morte, atingindo apenas o inseto-alvo.

Hoje no Brasil hoje são esses eventos que foram liberados pela CTNBio para a cultura da soja, a pesquisa vem trabalhando no sentido de encontrar, por exemplo, plantas de soja tolerantes a seca, plantas enriquecidas com Ômega3 naturalmente produzido pela planta, sendo que em um futuro próximo serão esses eventos que estarão a disposição dos sojicultores brasileiros (MONSANTO, 2012).

## Comentários

As pesquisas com biotecnologia vêm crescendo cada vez mais rápido a cada ano, e visam sempre a melhorar à saúde e a qualidade de vida das pessoas, aumentando a quantidade e a qualidade dos alimentos consumidos pela população e pelos animais. E nunca esquecendo a conservação do meio ambiente para as gerações futuras, tendo-se sempre o cuidado com a sua utilização de forma segura, consciente e racional.

## Referências

- AMÂNCIO, M.C. Aspectos Legais Da Pesquisa com Transgênicos No Brasil. In: FALEIRO, F. G; ANDRADE, S. R. M. **Biotecnologia, Transgênicos e Biossegurança**. Planaltina, DF. Embrapa Cerrado, 2009.
- BORÉM, A. A história da Biotecnologia. **Revista de Biotecnologia**, Brasília, DF. n.34, p. 10-11. Jan/Jun 2005.
- BORÉM, A. Escape Gênico. **Revista de Biotecnologia**, Brasília, DF. n. 10, p. 101-107. Set/Out 1999.
- COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. (CTNBio, 1998). Comunicado n.º 54, de 29 de setembro de 1998, Brasília, DF. 1998. Banco de dados. Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/10966.html>> Acesso em: 05 Abr. 2012.
- COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. (CTNBio, 2009). Parecer Técnico Nº 2236/2009, Brasília, DF. Banco de dados; Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/14472.html>>. Acesso em: 05 Abr. 2012.



COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. (CTNBio, 2010a). Parecer Técnico Nº 2286/2010, Brasília, DF. Banco de dados; Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/14666.html>>. Acesso em: 05 Abr. 2012.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. (CTNBio, 2010b). Parecer Técnico Nº 2273/2010, Brasília, DF. Banco de dados; Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/14623.html>>. Acesso em: 05 Abr. 2012.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. (CTNBio, 2010c). Parecer Técnico Nº 2542/2010, Brasília, DF. Banco de dados; Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/15347.html>>. Acesso em: 05 Abr. 2012.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira: grãos. Brasília, DF. Out. 2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 26 Jun. 2012.

EMBRAPA SOJA. **A Soja no Brasil**; Brasília, DF. 2004.

FLUZA, L. M. Mecanismo de Ação de *Bacillus thuringiensis*. **Revista de Biotecnologia**, Brasília, DF. v.38, p.32-35 2009/2010.

GANDER. E. S.; MARCELLINO S.H. Plantas Transgênicas. **Revista de Biotecnologia**, Brasília, DF. v.1, p.34-37, Mai 1997.

KERBAUY. G.B. Clonagem de Plantas "IN VITRO". **Revista de Biotecnologia**, Brasília, DF. v.1, p.30-33, Maio 1997.

MESCHEDE, D. Período Crítico de Interferência de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja sob baixa densidade de semeadura. **Planta Daninha**, Viçosa, n. 3, 2002.

MONSANTO. Produtos do Futuro. Disponível em: <<http://www.monsanto.com.br/produtos/biotecnologia/produtos-do-futuro/produtos-do-futuro.asp>>. Acesso em: 15 Abr. 2012.

OLIVEIRA, M. M. Aplicações e Avanços na Área da Biotecnologia Vegetal. **Boletim de Biotecnologia**. Ago. 2000. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/downloads/80714.pdf>>. Acesso em: 04 Abr. 2012.

OPPELT, R. Lagartas da Soja. Notícias Coagril. Chapada, RS. Fev. 2012. Disponível em: <[http://www.coagrilrs.com.br/?pag=noticias\\_coagril&acao=ver&codigo=278&titulo=Lagartas%20na%20Soja](http://www.coagrilrs.com.br/?pag=noticias_coagril&acao=ver&codigo=278&titulo=Lagartas%20na%20Soja)>. Acesso em: 08 Abr. 2012.

