

# Análise Prospectiva do Algodão Transgênico no Brasil

## Prospective Analysis of Transgenic Cotton in Brazil

*Tháise Dantas de Almeida Xavier<sup>1</sup>*

*Luiz Nunes Filho<sup>2</sup>*

*Simone Silva dos Santos Lopes<sup>3</sup>*

### Resumo

Os organismos transgênicos são de grande importância para o desenvolvimento econômico do País. Tratar essa temática implica verificar as vantagens que o uso de cultivares transgênicas representa, entre estas, destaca-se a redução no número de aplicação de inseticidas. Logo, investiga-se as cultivares registradas no Brasil com objetivo de realizar uma prospecção tecnológica do panorama nacional de cultivares de algodão transgênico. Para tanto, utiliza-se a ferramenta de busca Cultivar Web para recuperação de dados relativos às cultivares registradas. Nesta pesquisa foi possível cruzar os dados com informações obtidas em pareceres técnicos da CTNBio e em artigos científicos. Por meio da análise, verificou-se que o número de cultivares transgênicas registradas vem crescendo anualmente, demonstrando a possibilidade de se ter direitos exclusivos referentes à obtenção vegetal com evento transgênico, dando ao detentor uma boa oportunidade de reaver seus custos e de acumular as reservas necessárias para futuros investimentos.

Palavras-chave: Prospecção Tecnológica. Transgênico. Cultivares.

### Abstract

Transgenic organisms have great importance for the economic development of the country. To deal with this issue implies to verify the advantages that use of transgenic cultivars represents, among these, the reduction in the number of application of insecticides stands out. Therefore, it is investigated cultivars registered in Brazil with the objective to carry out a technological prospection of the national panorama of cultivars of transgenic cotton. To do so, we use the Cultivar Web search tool to retrieve data on registered cultivars. In this sense, it was possible to cross the data of the research with information obtained in technical opinions of CTNBio, and scientific articles. Through the analysis, the number of registered transgenic cultivars has been growing annually, demonstrating the possibility of having exclusive rights regarding a transgenic plant harvest, giving the breeder a good opportunity to recover their costs and accumulate the necessary reserves for future investments

Keywords: Technological Prospecting. Transgenic. Cultivars.

Área Tecnológica: Propriedade Intelectual. Algodão transgênico. Registro e Proteção de Cultivares.

<sup>1</sup> Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil.



# 1 Introdução

O Algodão pertence à família das malváceas e ao gênero *Gossypium*. Atualmente, estão identificadas cerca de 50 espécies, distribuídas nos continentes: Ásia, África, Austrália e América. O *Gossypium Hirsutum* L. é uma das quatro espécies cultivadas no mundo para a produção da fibra de algodão, sendo explorada economicamente numa ampla faixa tropical e em algumas regiões subtropicais (GOMES; BORÉM, 2013). O Algodão é considerado a mais importante das fibras têxteis, naturais ou artificiais, e também a planta de aproveitamento mais completo que fornece os mais variados produtos de utilidade (MAGALHÃES, 2006). O produto colhido é denominado algodão em caroço e é composto de pluma (fibra) e de caroço (sementes com “línter”). Sua utilização concentra-se na indústria de fiação e de tecelagem e na indústria de alimentação animal (farelo) e humana (óleo), além de grande número de produtos secundários (BORÉM *et al.*, 2003).

O Brasil é o quinto maior produtor de Algodão e tal oferta atende principalmente à demanda por fibras da indústria têxtil interna e dos países asiáticos. A trajetória da cotonicultura nacional, que passou por diversas dificuldades nas décadas de 1980 e 1990, mas superou a crise e consolidou um modelo empresarial de produção nos anos 2000, demonstra que o atual estágio produtivo e qualitativo do algodão brasileiro foi conquistado devido à pesquisa e ao desenvolvimento de material vegetal adaptado às condições edafoclimáticas das atuais regiões produtoras, além do desenvolvimento de germoplasmas de qualidade com as características técnicas da fibra, exigidas pela indústria têxtil (TELES; FUCK, 2016).

O manejo de pragas é um fator limitante para o cultivo do Algodão, seja em pequena ou larga escala, pois, muitas vezes, chega a representar 30% do custo total de produção em consequência das inúmeras pulverizações exigidas para o controle de insetos e ácaros. Dessa forma, o controle de pragas do algodoeiro acaba se tornando um fator condicionante da rentabilidade dessa cultura (RICHETTI *et al.*, 2004).

Entre as principais pragas do algodão no Brasil, é possível destacar o curuquerê (*Alabama Argillacea*), a lagarta-da-maçã (*Heliothis Virescens*), a lagarta-rosada (*Pectinophora Gossypiella*), a lagarta do cartucho do milho (*Spodoptera Frigiperda*), o pulgão (*Aphis Gossypii*), o percevejo rajado (*Horcias Nobilellus*) e o bicudo do algodoeiro (*Anthonomus Grandis*). O controle dessas pragas tem sido realizado principalmente com o uso de inseticidas. No Brasil, são consumidas anualmente mais de 10 toneladas de inseticidas somente na cultura do algodão, onerando os custos de produção em torno de US\$ 190 milhões. O uso excessivo de inseticidas não específicos causa impactos ambientais negativos, como a redução severa da população de organismos benéficos e a potencialização do surgimento de pragas resistentes aos inseticidas convencionais (BRASIL, 2005).

Entre os principais avanços para o controle de pragas na cultura do algodão, é possível citar a disponibilidade das variedades de algodão chamadas geneticamente modificadas ou transgênicas (SANTOS; TORRES, 2010). As plantas transgênicas são plantas geneticamente modificadas mediante inserção no seu genoma de um ou mais genes de outros organismos, por meio da tecnologia de DNA recombinante que permite efetuar um processo de transferência de genes entre espécies diferentes, de forma a garantir a expressão gênica de interesse (NODARI; GUERRA, 2001).

O uso de cultivares transgênicas de algodão representa inúmeras vantagens e, entre as principais, é possível destacar 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 na lavoura (BENNETT; MORSE; ISMAEL, 2006).

As cultivares geneticamente modificadas de algodoeiro são cultivadas em quase todos os principais países produtores de algodão do mundo (JAMES, 2004). No Brasil, a primeira aprovação para uso comercial de algodoeiro transgênico data de março de 2005 – Parecer Técnico Conclusivo CTNBio n. 513/2005 – (BRASIL, 2005), época em que o país entrou na era dos algodoeiros transgênicos (BARROSO *et al.*, 2005). De acordo com Gomes e Borém (2013), atualmente, o Brasil se desponta como o segundo maior produtor de variedades transgênicas no mundo.

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) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Governo Federal do Brasil (MOTA, 2011).

O processo de aprovação comercial de organismo geneticamente modificado deve ser solicitado à CTNBio pela empresa responsável pelo desenvolvimento da tecnologia e do Organismo Geneticamente Modificado (OGM) que possua Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB), apresentando requerimento e documentações, conforme estabelece a Resolução Normativa CTNBio n. 5/2008 (RN5).

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 de Proteção de Cultivares (Lei n. 9.456, de 24 de abril de 1997) ou que seja legalmente autorizada pelo obtentor (CARVALHO *et al.*, 2008).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo principal realizar uma prospecção tecnológica do panorama brasileiro de cultivares de algodão transgênico, apontando as principais tendências tecnológicas relacionadas aos eventos de transformação genética para a cultura do Algodão.

## 2 Metodologia

Nesta pesquisa utilizou-se como método de investigação a ferramenta de busca Cultivar Web do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Governo Federal, que gerencia as informações do Registro Nacional de Cultivares (RNC) e do Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) (CULTIVAR WEB, 2018). Além disso, para complementação dos dados, foram utilizadas informações obtidas em pareceres técnicos da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança e em artigos acadêmicos publicados em periódicos disponíveis na plataforma de periódicos da CAPES.

Para a busca de cultivares registradas no Cultivar Web considerou-se o termo “algodão”, nome comum da espécie, e 11 eventos de transformação genética relacionados à cultura do Algodão: (i) MON 531; (ii) LL Cotton 25; (iii) MON 1445; (iv) 281-24-236/3006-210-23; (v) MON 15985; (vi) MON 531 e MON 1445; (vii) MON 88913; (viii) MON 15985 e MON 88913; (ix) GHB614 e LLCotton 25; (x) GHB614, T304-40 e GHB119 e (xi) GHB614, T304-40 e GHB119, COT102. Para a pesquisa de cultivares protegidas, utilizou-se simplesmente o termo “algodão”.

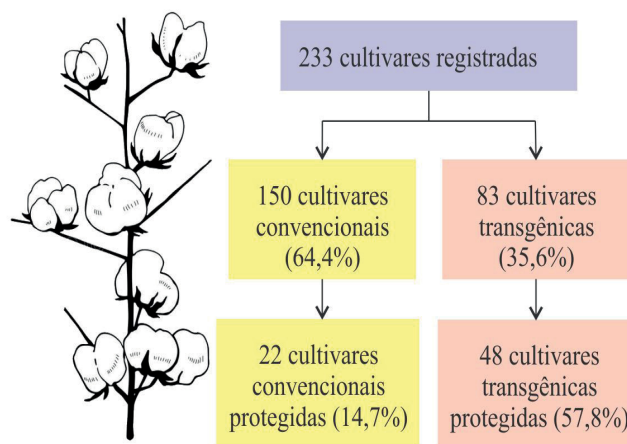
De posse das informações, foi realizada a análise dos dados que considerou as seguintes variáveis: a) nome da cultivar; b) número e data do registro; e c) mantenedor (requerente).

Por fim, foi realizado o cruzamento dos dados usando a ferramenta Excel, na qual foram organizadas as planilhas eletrônicas. Assim, foi possível analisar os dados que geraram os resultados desta pesquisa.

### 3 Resultados e Discussão

Foram encontrados 233 cultivares de algodão (*Gossypium Hirsutum L.*) registradas no Brasil. A Figura 1 apresenta o quantitativo de cultivares convencionais e transgênicos registradas, e desse quantitativo, quantas já estão protegidas. Observa-se que das cultivares de algodão protegidas no Brasil, 57,8% são transgênicas e apenas 14,7% das cultivares convencionais tiveram seu pedido aceito no SNPC.

**Figura 1** – Cultivares de Algodão registradas e protegidas no Brasil (convencionais e transgênicas)



Fonte: Cultivar Web (2018)

O Quadro 1 traz informações que definem os 11 eventos de transformação genética permitidos no Brasil e que são utilizados no desenvolvimento das cultivares de algodão transgênico registradas no RNC.

**Quadro 1** – Definição dos eventos de transformação genética utilizados em cultivares registradas de algodão transgênico

| EVENTO                            | DESIGNAÇÃO                           | DETENTOR DA TECNOLOGIA            | TRANSFORMAÇÃO GENÉTICA  |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---|
| MON 531                           | Algodão Bollgard                     | Monsanto do Brasil Ltda.          | Algodão geneticamente modificado resistente a insetos da ordem lepidóptera.   |
| LL Cotton 25                      | Algodão LibertyLink                  | Bayer S. A.                       | Algodão geneticamente modificado tolerante ao herbicida glufosinato de amônio.  |
| MON 1445                          | Algodão Roundup Ready                | Monsanto do Brasil Ltda.          | Algodão geneticamente modificado tolerante ao herbicida glifosato.  |
| 281-24-236/3006-210-23            | Algodão Widestrike                   | Dow AgroSciences Industrial Ltda. | Algodão geneticamente modificado resistente a insetos, principalmente da ordem lepidóptera, e tolerante ao herbicida glufosinato de amônio.         |
| MON 15985                         | Algodão Bollgard II                  | Monsanto do Brasil Ltda.          | Algodão geneticamente modificado resistente a insetos da ordem lepidóptera.   |
| MON 531 e MON 1445                | Algodão Bollgard I Roundup Ready     | Monsanto do Brasil Ltda.          | Algodão geneticamente modificado resistente a insetos da ordem lepidóptera e tolerante ao herbicida glifosato.                                      |
| MON 88913                         | Algodão Roundup Ready Flex           | Monsanto do Brasil Ltda.          | Algodão geneticamente modificado tolerante ao herbicida glifosato.  |
| MON 15985 e MON 88913             | Algodão Bollgard II Roundup Flex     | Monsanto do Brasil Ltda.          | Algodão geneticamente modificado resistente a insetos da ordem lepidóptera e tolerante ao herbicida glifosato.                                      |
| GHB614 e LLCotton25               | Algodão GlyTol x LibertyLink (GTxLL) | Bayer S.A                         | Algodão geneticamente modificado tolerante ao herbicida glifosato e ao herbicida glufosinato de amônio.   |
| GHB614, T304-40 e GHB119          | Algodão GlyTol x TwinLink            | Bayer S.A                         | Algodão geneticamente modificado tolerante ao herbicida glifosato e ao herbicida glufosinato de amônio e resistente a insetos da ordem lepidóptera. |
| GHB614, T304-40 e GHB119, COT 102 | Algodão CLTC                         | Bayer S.A                         | Algodão geneticamente modificado tolerante ao herbicida glifosato e ao herbicida glufosinato de amônio e resistente a insetos da ordem lepidóptera. |

Fonte: Cultivar Web (2018) e Mota (2011)

O evento de transformação genética MON 531 foi o primeiro evento de algodão transgênico liberado para cultivo e comercialização no Brasil. Designado comercialmente de Algodão Bollgard, ele resiste às principais pragas da ordem Lepidoptera que afetam a cultura do algodão no Brasil (BRASIL, 2005). E, apesar de representar um enorme avanço para a agricultura brasileira, a autorização do Evento MON 531 foi tardia, se considerarmos que em outros países, na mesma época, já se adotava o uso de cultivares derivadas desse evento.

O evento LLCotton25, comercialmente conhecido como LibertyLink, é tolerante ao glufosinato de amônio, um composto sintético com propriedade herbicida e correspondente à fosfotricina produzida por alguns microrganismos (BRASIL, 2008a). O glufosinato de amônio apresenta pouca toxicidade ao homem e aos animais, possui baixa atividade residual e é bio-



degradável, daí a explicação para a adoção dessa tecnologia nas principais grandes culturas, incluindo soja e milho.

O Algodão Roundup Ready, Evento MON 1445, foi produzido por transformação genética que confere às plantas de algodão o atributo que possibilita o uso em pós-emergência do herbicida glifosato, para manejo de plantas daninhas, sem causar injúria à lavoura de algodão (BRASIL, 2008b). De acordo com Maly, Siqueira e Moreira (2006), o glifosato é um herbicida pós-emergente, classificado como não seletivo e de ação sistêmica. Apresenta largo espectro de ação, alta eficiência e baixa toxicidade, possibilitando controle de plantas daninhas anuais ou perenes, tanto de folhas largas como estreitas.

O Algodão WideStrike foi obtido por retrocruzamentos (“piramidados”) entre os eventos 281-24-236 e o evento 3006-210-23. Os dois eventos conferem resistência às principais pragas da Ordem Lepidoptera, apresentando vantagem com relação à possibilidade de surgimento de resistência, pois apresentam a mesma característica inserida por mais de um gene. Além disso, no evento 281-24-236/3006-210-23, há a introdução do gene *pat* (enzima fosfinitrocina acetil-transferase) proveniente da bactéria *Streptomyces Viridochromogenes*. A enzima produzida é usada como marcador e confere ao Algodão WideStrike tolerância ao herbicida glufosinato de amônio (BRASIL, 2009a). Somado com as práticas de manejo de resistência a insetos, o evento 281-24-236/3006-210-23 reduz a pressão de seleção para o desenvolvimento de resistência a inseticidas e ajuda a manter o controle de pragas.

O Evento MON 15985, designado comercialmente de Algodão Bollgard II, possui como característica a resistência a insetos lepidópteros, semelhante ao Algodão Bollgard (Evento MON 531), porém, no Algodão Bollgard II, duas proteínas tóxicas de classes diferentes são expressas, conferindo maior espectro de ação contra insetos e pragas e menores chances de evolução de resistência (BRASIL, 2009b).

O Algodão Bollgard I Roundup Ready foi obtido usando melhoramento clássico por meio de cruzamento entre o Algodão Bollgard (Evento MON 531), que confere resistência a insetos Lepidoptera e o Algodão Roundup Ready (Evento MON 1445), que insere tolerância ao herbicida glifosato. Mota (2011) escreve que 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 de tolerância oferecidos pelos eventos combinados são iguais aos níveis apresentados pelos eventos isolados.

O Evento MON 88913, designado comercialmente de Algodão Roundup Ready Flex, representa a segunda geração de algodão tolerante ao glifosato e apresenta maior tolerância ao glifosato durante as fases críticas de crescimento, quando comparado ao algodão MON 1445 (primeira geração de algodão geneticamente modificado tolerante ao glifosato) (BRASIL, 2011). Conforme alegam Horak e Woodrum (2003), a utilização do algodão MON 88913 possibilita a aplicação do glifosato sobre a cultura de algodão geneticamente modificado até estágios mais tardios de desenvolvimento das plantas, se comparado ao algodão MON 1445. Isso irá proporcionar um controle mais efetivo das plantas daninhas durante o cultivo, com riscos mínimos de danos à cultura do algodão.

O Algodão Bollgard II Roundup Flex é resultante do cruzamento, por meio do melhoramento genético clássico, dos parentais de algodão geneticamente modificados MON 15985 e MON 88913. As primeiras gerações de algodão geneticamente modificado resistentes a pragas foram as variedades de algodão MON 531; e de algodão tolerante ao glifosato foi a variedade

de algodão MON 1445. Ambas têm sido amplamente utilizadas por cotonicultores em diversos países em que essas tecnologias se encontram aprovadas individualmente, ou a combinação delas em um só produto, como o Brasil. Tanto o algodão MON 15985 quanto o algodão MON 88913 representam as segundas gerações de algodão resistente a pragas e tolerante ao glifosato, respectivamente.

A utilização do algodão MON 15985 x MON 88913 possibilita, portanto, o controle mais efetivo de pragas, alvo importante na cultura do algodão e na aplicação do glifosato sobre a cultura até estágios mais tardios de desenvolvimento das plantas, com riscos mínimos de danos à cultura do algodão (BRASIL, 2012a).

O evento combinado GHB614 x LLCotton25 foi obtido por meio do melhoramento genético clássico por cruzamentos entre duas plantas geneticamente modificadas (o algodão GHB 614 e o LLCotton25) e pela seleção de indivíduos com as características desejadas. Designado comercialmente de Algodão GlyTol x LibertyLink, ele apresenta tolerância aos herbicidas glifosato e glufosinato de amônio (BRASIL, 2012b).

O Algodão GlyTol x TwinLink contendo a combinação do Evento GHB 614 x T304-40 x GHB119 foi obtido por meio de melhoramento genético clássico, por cruzamento e seleção entre indivíduos contendo os Eventos T304-40 e GHB119 (TwinLink) e indivíduos derivados do Evento GHB614 (GlyTol), conferindo tolerante ao herbicida glifosato e ao herbicida glufosinato de amônio e resistente a insetos da ordem lepidóptera (BRASIL, 2012c).

O Algodão GLTC foi obtido por meio de melhoramento genético clássico, a partir dos seguintes cruzamentos: inicialmente pelos cruzamentos e pela seleção entre indivíduos contendo os eventos T304-40 e GHB119 para obtenção do algodão TwinLink. Posteriormente, foi realizado o cruzamento do algodão TwinLink com indivíduos derivados do Evento GHB614 (GlyTol), resultando na combinação GlyTol x TwinLink (GLT). Finalmente, foi realizado o cruzamento de plantas do algodão GlyTol x TwinLink com plantas de algodão contendo o evento COT102, resultando na combinação final GLTC (GHB614 x T304-40 x GHB119 x COT102). De acordo com o United States Department of Agriculture (2017), o Algodão GLTC apresenta os fenótipos de tolerância aos herbicidas glifosato e glufosinato de amônio e de resistência a insetos da ordem Lepidóptera; e possui também o evento COT102 que contém um gene empregado como marcador seletivo nesse evento e que permite o crescimento das células vegetais transformadas em meio artificial de crescimento contendo o antibiótico higromicina B.

O Quadro 2 apresenta a distribuição das cultivares transgênicas de algodão registradas no Brasil de acordo com a característica adquirida pela Cultivar após o melhoramento genético.

**Quadro 2** – Distribuição do algodão transgênico de acordo com a característica adquirida após melhoramento genético

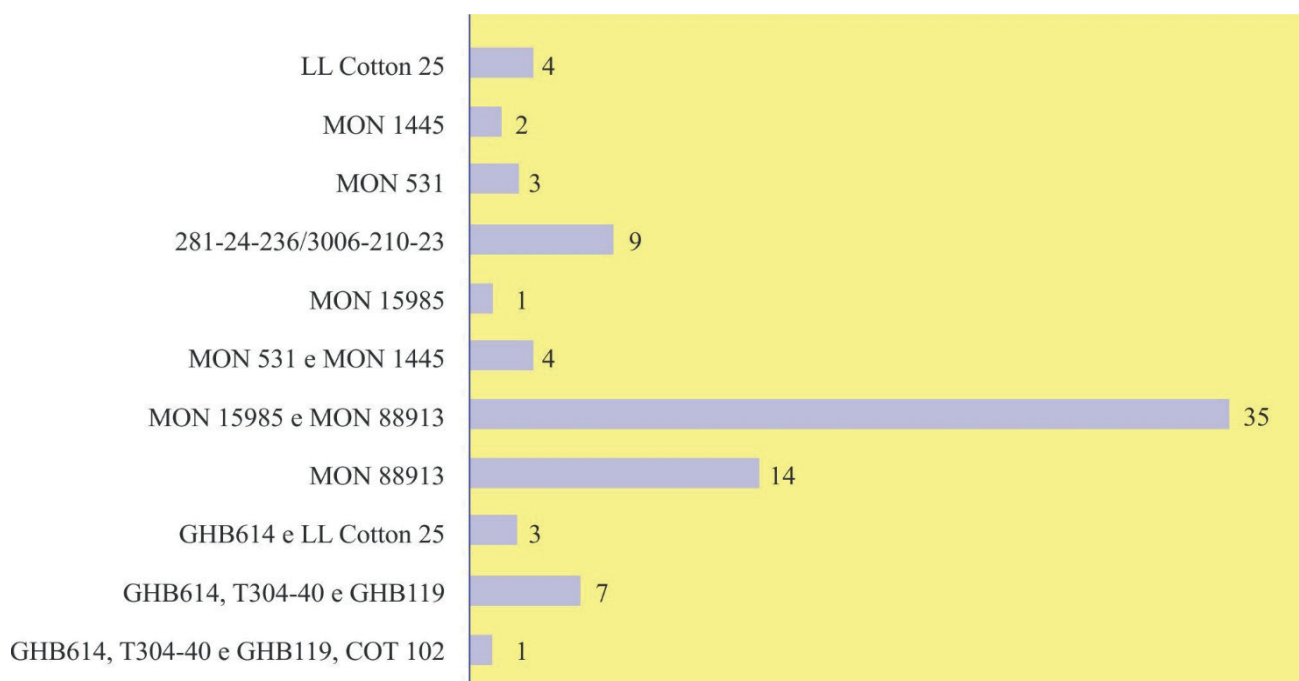
|                       | RESISTÊNCIA A<br>INSETOS | TOLERÂNCIA AO<br>GLUFOSINATO<br>DE AMÔNIO | TOLERÂNCIA AO<br>GLIFOSATO |
|-----------------------|--------------------------|---|----------------------------|
| Algodão Bollgard      | X                        |   |                            |
| Algodão LibertyLink   |                          | X   |                            |
| Algodão Roundup Ready |                          |   | X                          |
| Algodão Widestrike    | X                        | X   |                            |

|                                  | RESISTÊNCIA A<br>INSETOS | TOLERÂNCIA AO<br>GLUFOSINATO<br>DE AMÔNIO | TOLERÂNCIA AO<br>GLIFOSATO |
|----------------------------------|--------------------------|---|----------------------------|
| Algodão Bollgard II              | X                        |   |                            |
| Algodão Bollgard I Roundup Ready | X                        |   | X                          |
| Algodão Roundup Ready Flex       |                          |   | X                          |
| Algodão Bollgard II Roundup Flex | X                        |   | X                          |
| Algodão Glytol x LibertyLink     |                          | X   | X                          |
| Algodão Glytol x TwinLink        | X                        | X   | X                          |
| Algodão CLTC                     | X                        | X   | X                          |

Fonte: Cultivar Web (2018)

O Algodão Bollgard II Roundup Flex (Evento MON 15985 e MON 88913) possui o maior número de cultivares registradas no RNC, seguido do Algodão Roundup Ready Flex e do Algodão Widestrike (Figura 2). De acordo com a Embrapa (2014), as cultivares de Algodão Bollgard II Roundup Flex se apresentam como opção de cultivares com genética adaptada ao ambiente tropical, aliada à biotecnologia eficiente para produção de algodão com rentabilidade, elevada produtividade, estabilidade de produção, fibra de qualidade superior, resistência às principais lagartas e tolerância ao herbicida glifosato. A Monsanto do Brasil S.A., detentora da tecnologia, afirma que o Evento MON 15985 e MON 88913 é uma ferramenta importante para ajudar no manejo integrado de pragas, aumentando a flexibilidade no manejo de plantas daninhas e no aumento dos resultados para o produtor rural.

**Figura 2** – Distribuição do número de cultivares registradas de algodão transgênico, de acordo com o evento de transformação genética



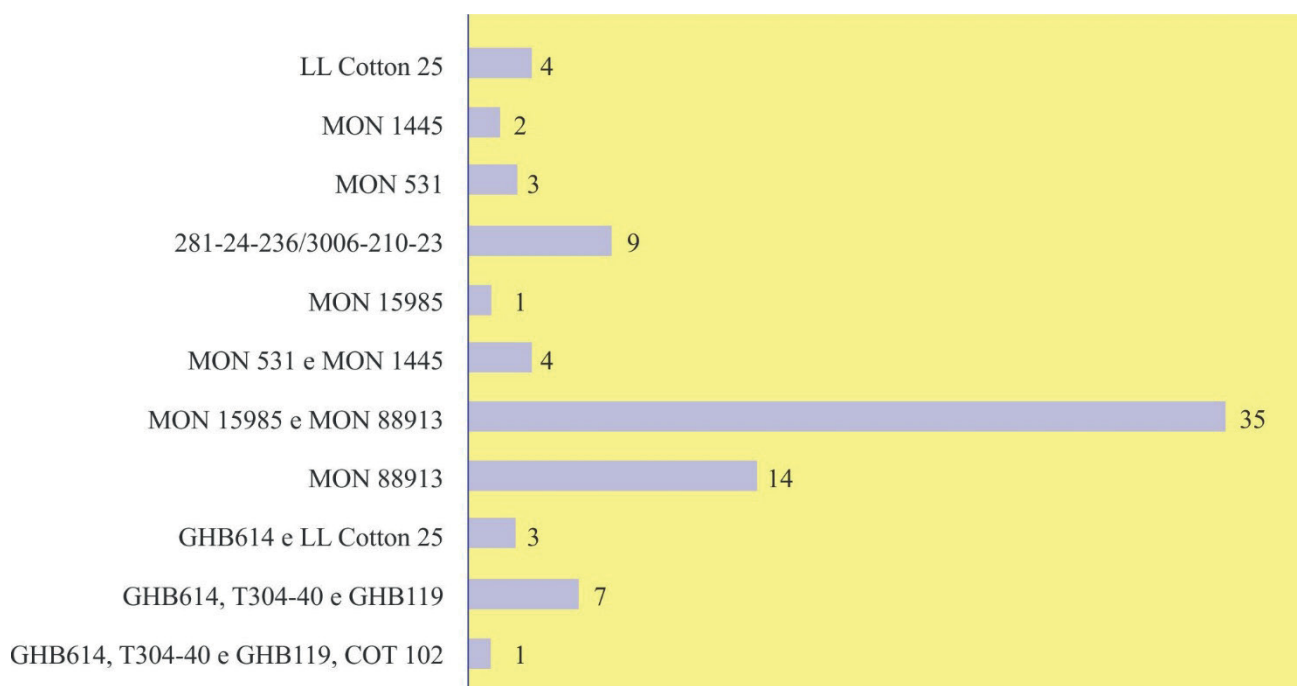
Fonte: Cultivar Web (2018)



Pode-se afirmar que a biotecnologia só foi introduzida no Brasil após a consolidação do arcabouço legal que a legitimasse: a Lei de Propriedade Industrial (Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996), que permite que as empresas detentoras dos direitos comerciais cobrem pela utilização de suas criações, e a Lei de Biossegurança (Lei n. 11.105, de 24 de março de 2005), que permite a divisão da responsabilidade das empresas pela difusão dos transgênicos no meio ambiente com o Governo, à medida que a lei de biossegurança pressupõe uma avaliação sobre o risco da liberação de um organismo transgênico por parte do poder público (CASTRO, 2008).

Em 2005, a CTNBio liberou o plantio e a comercialização do primeiro algodão transgênico no Brasil (Algodão Bollgard), de lá pra cá, as pesquisas se intensificaram e o ano de 2013 teve o maior número de cultivares geneticamente modificadas e registradas (Figura 3).

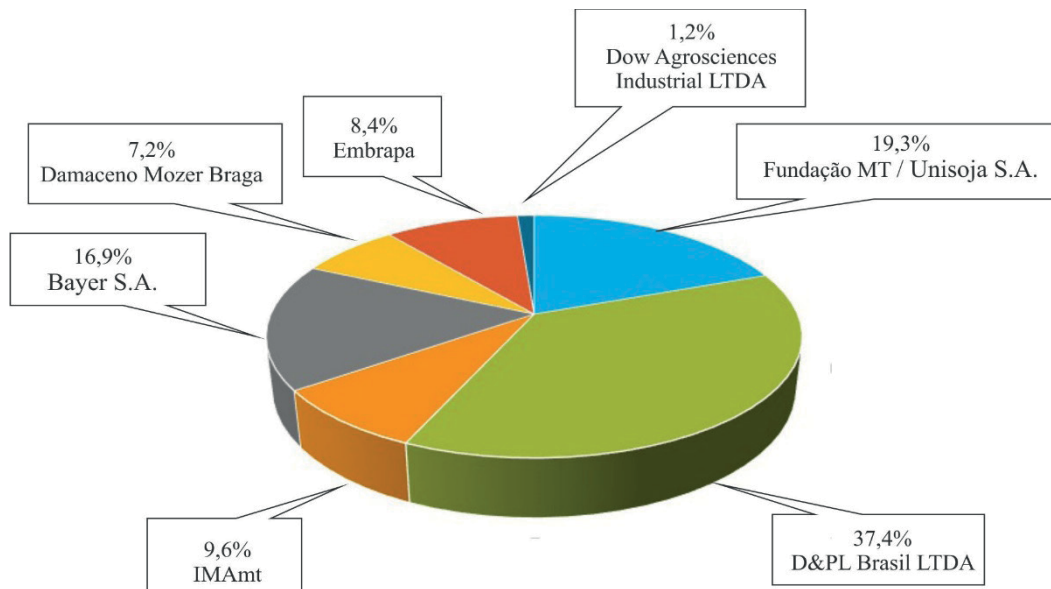
**Figura 3** – Evolução anual do registro de cultivares transgênicas de Algodão



Fonte: Cultivar Web (2018)

Observa-se no Brasil uma disputa entre empresas multinacionais, o Instituto Matogrossense do Algodão (IMAmt), a Fundação Matogrosso (Fundação MT) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no desenvolvimento de cultivares de Algodão transgênico (Figura 4). Embora a maior parte das cultivares tenha sido desenvolvida por empresas multinacionais, a Embrapa, por exemplo, tem investido em pesquisas sobre plantas geneticamente modificadas e defende sua utilização, que pode favorecer a produção agrícola e trazer ganhos ambientais e econômicos em função da redução no volume total de herbicidas utilizados e, conseqüentemente, da menor exposição dos agricultores a esses herbicidas, além de aumentar a produtividade da área cultivada.

**Figura 4** – Distribuição do número de cultivares transgênicas de algodão registradas, de acordo com o requerente/mantenedor



Fonte: Cultivar Web (2018)

## 4 Considerações Finais

Por meio deste trabalho foi possível identificar que as pesquisas relativas ao desenvolvimento de tecnologias transgênicas para a cultura do Algodão se tornaram uma área bastante promissora. Observou-se que o número de cultivares transgênicas registradas no Brasil ainda é menor do que o número de cultivares convencionais, porém, mais da metade das cultivares transgênicas estão protegidas, comprovando que a possibilidade de se ter determinados direitos exclusivos referentes a uma obtenção vegetal com evento transgênico dá ao obtentor uma boa oportunidade de reaver seus custos e de acumular as reservas necessárias para futuros investimentos.

O algodão transgênico, ao contrário da soja e do milho, pelo fato de não ser um produto alimentar, não recebe tanta atenção e críticas dos opositores aos transgênicos. Além disso, os compradores do algodão em pluma não se preocupam em saber se o produto é transgênico ou não, por isso, a taxa de adoção dessa tecnologia depende apenas do fato de ela permitir ou não ganhos para o produtor.

Portanto, é possível prospectar a continuidade do crescimento de cultivares de algodão transgênico, não apenas em números de cultivares registradas, mas, sobretudo, em efetivas e mais profundas pesquisas no que diz respeito ao desenvolvimento de novos eventos transgênicos. No contexto da cotonicultura brasileira, a expectativa de que essas pesquisas viabilizarão o desenvolvimento de novas cultivares pode representar uma ferramenta para conferir aos produtores brasileiros maior competitividade no mercado internacional.

## Referências

BARROSO, P. A. V. *et al.* **Zonas de exclusão de algodoeiros transgênicos para preservação de espécies de *Gossypium* nativas ou naturalizadas.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. (Comunicado técnico, 242)

BENNETT, R.; MORSE, S.; ISMAEL, Y. The economic impact of genetically modified cotton on South African smallholders: yield, profit and health effects. **The Journal of Development Studies**, [S.l.], v. 42, n. 4, p. 662-677, 2006.

BORÉM, A. *et al.* Considerations about cotton gene escape in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. 2003. (in press)

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Parecer Técnico n. 513/2005**. Liberação comercial de algodão geneticamente modificado resistente às principais pragas da Ordem Lepidoptera. 2005. Disponível em: <<http://www.ctnbio.mcti.gov.br>>. Acesso em: 29 maio 2018.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Parecer Técnico n. 1.521/2008**. Liberação Comercial de algodão geneticamente modificado. 2008a. Disponível em: <<http://www.ctnbio.mcti.gov.br>>. Acesso em: 29 maio 2018.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Parecer Técnico n. 1.598/2008**. Liberação Comercial de algodão geneticamente modificado, algodão Roundup Ready, evento MON 1445. 2008b. Disponível em: <<http://www.ctnbio.mcti.gov.br>>. Acesso em: 29 maio 2018.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Parecer Técnico n. 1.757/2009**. Liberação Comercial de algodão geneticamente modificado. 2009a. Disponível em: <<http://www.ctnbio.mcti.gov.br>>. Acesso em: 29 maio 2018.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Parecer Técnico n. 1.832/2009**. Liberação Comercial de Algodão Geneticamente Modificado resistente a insetos. 2009b. Disponível em: <<http://www.ctnbio.mcti.gov.br>>. Acesso em: 29 maio 2018.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Parecer Técnico n. 2.051/2009**. Liberação Comercial de algodão geneticamente modificado. 2009c. Disponível em: <<http://www.ctnbio.mcti.gov.br>>. Acesso em: 29 maio 2018.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Parecer Técnico n. 2.956/2011**. Liberação Comercial de Algodão Geneticamente Modificado tolerante ao glifosato (2ª geração). 2011. Disponível em: <<http://www.ctnbio.mcti.gov.br>>. Acesso em: 29 maio 2018.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Parecer Técnico n. 3.365/2012**. Liberação Comercial – algodão MON15985 x MON88913. 2012a. Disponível em: <<http://www.ctnbio.mcti.gov.br>>. Acesso em: 29 maio 2018.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Parecer Técnico n. 3.290/2012**. Algodão geneticamente modificado tolerante ao herbicida glufosinato de amônio e ao herbicida glifosato denominado GlyTol x LibertyLink (GTxLL)– evento GHB614 x LLCotton25. 2012b. Disponível em: <<http://www.ctnbio.mcti.gov.br>>. Acesso em: 29 maio 2018.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Parecer Técnico n. 3.286/2012**. Liberação comercial de OGM. Algodão GlyTol x TwinLink (GHB614 x T304-40 x GHB119). 2012c. Disponível em: <<http://www.ctnbio.mcti.gov.br>>. Acesso em: 29 maio 2018.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Parecer Técnico n. 5.400/2017**. Algodão Glycol x TwenLink (GLT) x COT102 (GLTC), contendo os eventos GHB614 x T304-40 x GHB119 x COT102. 2017. Disponível em: <<http://www.ctnbio.mcti.gov.br>>. Acesso em: 29 maio 2018.

CARVALHO, I. M. *et al.* Abordagem sobre Proteção e Registro de Cultivares. *In*: FALEIRO, Fábio Gelape; FARIAS NETO, Austeclinio Lopes de; RIBEIRO JÚNIOR, Walter Quadros (Org.). **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios**. 1. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2008. p. 19-183.

CASTRO, B. S. de. A introdução no Brasil do algodão, milho e soja geneticamente modificados: coincidências reveladoras. *In*: CONGRESSO BRASA IX, 2008, New Orleans. **Anais...** New Orleans: Tulane University, 2008.

CULTIVAR WEB. [**Base de dados – Internet**]. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; 2018. Disponível em: <[http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php)>. Acesso em: 16 maio 2018.

EMBRAPA. **Algodão RF**: BRS 371RF, BRS 370RF, BRS 369RF, BRS 368RF lançamentos. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

GOMES, W. S.; BORÉM, A. Biotecnologia: novo paradigma do agronegócio brasileiro. **Revista de Economia e Agronegócio**, [S.l.], v. 11, n. 1, p. 115-136, 2013.

HORAK, M. J.; WOODRUM, C. L. Phenotypic and ecological observations of Roundup Ready flex cotton MON 88913 in U.S. field trials during 2002 for an assessment of equivalence and weed potential. **Monsanto Technical Report**, MSL 18876, 2003.

JAMES, C. **Preview**: global status of commercialized biotech/GM Crops. Ithaca: ISAAA Briefs, 2004. (ISAAA Briefs. 32)

MAGALHÃES, M. T. Q. de. **Toxinas Cry**: perspectivas para obtenção de algodão transgênico brasileiro. 2006. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

MALTY, J. S.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Efeitos do glifosato sobre microorganismos simbióticos de soja, em meio de cultura e casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 2, p. 285-291, fev. 2006.

MOTA, A. A. R. **Transgenia no Brasil**: eventos autorizados e cultivares registradas. 2011. 124 f. Monografia (Graduação em Agronomia e Medicina Veterinária) – Universidade de Brasília, UNB, Brasília, 2011.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. Avaliação de riscos ambientais de plantas transgênicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 18, n. 1, p. 61-116, 2001.

RICHETTI, A. *et al.* **Estimativa do custo de produção de algodão, safra 2004/05, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: Embrapa Pecuária Oeste, 2004. 16 p. (Comunicado Técnico, 91)

SANTOS, R. L.; TORRES, J. B. Produção da Proteína Cry1Ac em algodão transgênico e controle de lagartas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 509-517, out-dez, 2010.

TELES, G. C.; FUCK, M. P. Pesquisa e desenvolvimento de cultivares: o perfil tecnológico da Cotonicultura Brasileira. **Informe Gepec**, [S.l.], v. 20, n. 1, p. 61-77, jan./jun., 2016.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Cotton**: World Markets and Trade. 2018. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/cotton.pdf>> Acesso em: 4 maio 2018.

## Sobre os Autores

### **Tháise Dantas de Almeida Xavier**

*E-mail*: thaise.xavier@embrapa.br

Atua como supervisora do Setor de Prospecção, Articulação e Avaliação de Tecnologias (SPAT), desenvolvendo atividades relacionadas à área de inovação tecnológica direcionadas ao agronegócio e à gestão do conhecimento, passível de proteção intelectual. Atualmente também atua como secretária executiva do Comitê Local de Propriedade Intelectual da Embrapa Algodão.

### **Luiz Nunes Filho**

*E-mail*: luiznunes.alipb@gmail.com

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação da Universidade Federal de Pernambuco. Especialista em Direitos Humanos pela Universidade Federal de Campina Grande (2015) e em Direito Processual Civil pela Faculdade Damásio (2014). Advogado, com graduação em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande (2013). Atuou na Unidade de Inovação e Tecnologia do SEBRA E/PB como bolsista do CNPq no Programa Agentes Locais de Inovação (ALI), no período de novembro de 2014 a outubro de 2016.

### **Simone Silva dos Santos Lopes**

*E-mail*: sisilsantos@gmail.com

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Alagoas (2001). Mestre em Genética pela Universidade Federal de Minas Gerais (2004). Doutor em Genética pela Universidade Federal de Minas Gerais (2007). Atualmente professora efetiva de Genética e Biologia Molecular na Universidade Estadual da Paraíba. Coordena desde 2008, o Núcleo de Inovação e Transferência Tecnológica da Universidade Estadual da Paraíba responsável pela gestão de propriedade intelectual e transferência de tecnologia.