



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Economia

Fabrizio Petrucci

**ALGODÃO TRANSGÊNICO NA AGRICULTURA:
BENEFÍCIOS E CONTROVÉRSIAS**

Campinas
2011

Fabrizio Petrucci

ALGODÃO TRANSGÊNICO NA AGRICULTURA:
BENEFÍCIOS E CONTROVÉRSIAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Graduação do Instituto de Economia da Universidade
Estadual de Campinas para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Econômicas, sob orientação do
Prof. Dr. José Maria Ferreira Jardim da Silveira.

Campinas
2011

PETRUCCI, Fabrizio. Algodão transgênico na Agricultura: Benefícios e Controvérsias. 2011. 54 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) ó Instituto de Economia. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

RESUMO

Dada a sua dependência química, não é surpreendente que o algodão tenha sido uma das primeiras culturas a serem geneticamente modificados pela indústria. Foi um dos transgênicos mais rapidamente adotado desde o início da sua comercialização em 1996. Hipoteticamente, a principal razão para adoção do algodão geneticamente modificado seria a promessa do aumento de produtividade e a redução de pulverização de inseticida, como uma alternativa ambientalmente mais segura e economicamente viável para o cultivo de algodão convencional. Este estudo tem como objetivo principal a comparação entre os custos de produção do algodão transgênico e do algodão tradicional, ou seja, identificar e analisar os principais impactos econômicos decorrentes da utilização de sementes transgênicas no cultivo do algodão, sobre o produtor rural, mediante possível redução no custo de produção, bem como a distribuição do excedente econômico. Em relação aos custos comparativos de produção entre o algodão transgênico e o convencional, este trabalho pretende analisar se os argumentos que afirmam o menor custo com a introdução do algodão transgênico são ou não são corretos. E em relação à distribuição do excedente econômico o trabalho irá verificar a preocupação expressa pelos críticos da biotecnologia que afirmam que os desenvolvedores de produtos transgênicos (empresas do setor privado) são ou não os principais beneficiários da utilização de culturas transgênicas.

Palavras-chave: algodão, transgênicos, royalty, DPI, distribuição do excedente.

ABSTRACT

It is not surprising that cotton has been one of the first crops to be genetically modified by the industry, due to its chemical dependency. Cotton was one of the genetically modified crops most rapidly adopted since the beginning of its commercialization in 1996. Hypothetically, the main reason for adoption of genetically modified cotton would be the promise of increasing productivity and reducing spraying of insecticide, as an alternative more environmentally safe and economically viable to grow conventional cotton. The main objective of this survey is to compare the costs of production of transgenic cotton and traditional cotton, ie, identify and analyze the major economic impacts arising from the use of transgenic seeds in cotton by farmers, through possible reduction the cost of production and distribution of economic surplus. Regarding the comparative costs of production between transgenic and conventional cotton, this paper analyzes whether the arguments that claim the lowest cost with the introduction of transgenic cotton are or not correct. Upon the distribution of economic surplus this paper will verify the concern expressed by critics of biotechnology claim that the developers of GM products (private companies) are or not the main beneficiaries of the use of transgenic crops.

Keywords: cotton, genetically modified crops, royalty, IPR, surplus distribution.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Participação das regiões na produção de algodão	7
FIGURA 2: Projeções para o mercado de algodão: Exportações.....	9
FIGURA 3: Projeções para o mercado de algodão: Importações.....	9
FIGURA 4: Redução no uso de pesticidas causadas pelo uso de cultivos transgênicos na produção mundial (2005)	13
FIGURA 5: Impactos no mercado de novas tecnologias	35

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Principais áreas com culturas geneticamente modificadas (milhões de hectares)	
.....	2
QUADRO 2: Variedades de algodão geneticamente modificado liberados pela CTNbio (2011)	
.....	15

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Área plantada com transgênicos no mundo (milhões de hectares).....	2
TABELA 2: Área plantada com transgêncios no Brasil (milhões de hectares)	6
TABELA 3: Estimativa da produção mundial (milhões de toneladas).....	8
TABELA 4: Evolução da produção, área plantada e produtividade do algodão no Brasil.....	10
TABELA 5: Impactos da adoção de algodão Bt nas principais regiões produtoras (1999-2001)	17
TABELA 6: Impacto da adoção de algodão resistente a herbicida e resistente a insetos em relação ao convencional, nos EUA (1997).....	20
TABELA 7: Aumento no custo das sementes com a adoção do algodão Bt e o aumento na margem bruta.....	34
TABELA 8: Distribuição do excedente econômico no cultivo de algodão Bt.....	36
TABELA 9: Efeitos no bem-estar global com a adoção do algodão Bt nos EUA e na China (2001).....	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

1.1 Transgênicos na agricultura	1
1.2 Transgenia no Brasil.....	5
1.3 Algodão no Brasil.....	6
1.3.1 Reestruturação produtiva	7
1.3.2 Algodão arbóreo e herbáceo no Nordeste	11
1.4 Algodão transgênico.....	12
1.4.1 Algodão Transgênico no Brasil.....	14

2 BENEFÍCIOS E CONTROVÉRSIAS

2.1 Benefícios	16
2.2 Controvérsias	21

3 SEMENTES E ROYALTIES

3.1 Sementes	23
3.1.1 Classes de Sementes	24
3.2 Royalties	25
3.2.1 Direitos de Propriedade Intelectual (DPI).....	27
3.2.2 União Internacional para Proteção das Obtenções Vegetais (UPOV).....	29
3.2.3 O Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC)	31

4 DISTRIBUIÇÃO DO EXCEDENTE ECONÔMICO DO ALGODÃO BT..... 33

5 CONCLUSÃO..... 40

REFERÊNCIAS..... 43

1 INTRODUÇÃO

1.1 Transgênicos na agricultura

A engenharia genética nas plantas tem sido objeto de controvérsias desde 1971, quando o primeiro organismo geneticamente modificado foi desenvolvido. Com a comercialização das sementes de plantas transgênicas, a biotecnologia tem tomado lugar de destaque na agricultura. Os primeiros testes com culturas transgênicas foram conduzidos nos Estados Unidos e na França, e a China, no início dos anos 90, foi o primeiro país a comercializar sementes geneticamente modificadas, mediante a introdução do tabaco resistente a vírus - no mundo, a comercialização começou em 1996. Em 1994, os Estados Unidos iniciaram o plantio do tomate de maturação prolongada. A partir daí, o desenvolvimento e o uso das culturas transgênicas ganhou força.

Atualmente a transgenia é um dos temas que mais se destacam, principalmente em função de suas múltiplas aplicações no setor agrícola. Ela tem se desenvolvido continuamente ao longo das últimas três décadas e, sinteticamente, consiste no desenvolvimento de organismos que carregam genes modificados ou oriundos de organismos de outras espécies, por meio de técnicas que permitem a inserção de genes de espécies diferentes em indivíduos nos quais se deseja alterar determinadas características. Após este processo, o organismo passa a ser denominado transgênico. Na agricultura, esta técnica tem sido utilizada especialmente no desenvolvimento de culturas de espécies economicamente importantes, tais como canola, algodão milho e soja, com desenvolvimentos até em cultivos tropicais, como a cana-de-açúcar, com o objetivo de obter, por exemplo, plantas resistentes a pragas específicas e à seca, adaptadas ao cultivo em zonas climáticas consideradas limítrofes ou impróprias ao cultivo das variedades convencionais.

Em 1997, a área mundial explorada com culturas transgênicas totalizava 11 milhões de hectares (em 1996 representava apenas 1,7 milhões de hectares). O grande aumento no cultivo de produtos transgênicos, em 1997, ocorreu nos Estados Unidos, seguido da Argentina e do Canadá. Considerando todas as culturas, a proporção de área com transgênicos, nos países industrializados, passou de 57%, em 1996, para 74%, em 1997. A partir de 1997, a área mundial com transgênicos não parou de aumentar, totalizando, em 2003 67,7 milhões de hectares. De

acordo com o relatório anual do Serviço Internacional para a Aquisição de Aplicações em Agrobiotecnologia (ISAAA), a utilização dos transgênicos se expande ao redor do mundo, ano após ano, tendo a área global de plantações geneticamente modificadas crescido cerca de 10%, no período entre 2009 e 2010. No final do ano de 2010, 29 países já utilizavam biotecnologia em suas lavouras e a área ocupada pelo cultivo transgênico foi estimada em 148 milhões de hectares, dos quais 78,5 milhões (53%) localizados em países industrializados e 69,5 milhões (47%) em nações em desenvolvimento. O processo de difusão continua ocorrendo, com a projeção para 2025 de 40 países produtores. Dados do ISAAA apontam os Estados Unidos como país líder em plantio de geneticamente modificados, numa área total de 66,8 milhões de hectares, seguido pelo Brasil com 25,4 milhões de hectares plantados, e depois Argentina, Índia e Canadá, com 22,9; 9,4 e 8,8 milhões de hectares plantados, respectivamente. Nota-se que as principais culturas transgênicas se situam no cultivo de soja, algodão e milho, conforme pode ser observado no Quadro 1.

QUADRO 1: Principais áreas com culturas geneticamente modificadas em milhões de hectares (2010)

Posição	País	Área	Culturas
1º	EUA	66,8	Soja, milho, algodão, canola, abóbora, papaia, alfafa, beterraba
2º	Brasil	25,4	Soja, milho, algodão
3º	Argentina	22,9	Soja, milho, algodão
4º	Índia	9,4	Algodão
5º	Canadá	8,8	Canola, milho, soja, beterraba

Fonte: ISAAA, 2011

A Tabela 1 mostra o total de área plantada a cada ano com safras transgênicas desde que a primeira lavoura, de soja, foi introduzida em 1996:

TABELA 1: Área plantada com transgênicos no mundo (milhões de hectares)

Ano	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Área	1,7	11,0	27,8	39,9	44,2	52,5	58,7	67,7
Ano	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
Área	81,0	90,9	102,0	114,3	125,0	134,0	148,0	n.d.

Fonte: ISAAA, 2011

*Não disponível

O argumento das empresas produtoras de sementes geneticamente modificadas, de que seus produtos têm uma maior resistência a pragas e doenças, sendo necessária uma menor aplicação de agrotóxicos durante a produção agrícola, é sustentado por estudos como o realizado por Qaim & Zilberman (2003). Segundo esse estudo, dentre os sete países onde foi analisada a relação entre a utilização de sementes geneticamente modificadas e o consumo de inseticidas na produção do algodão, todos tiveram reduções em mais de 30% no uso do inseticida, chegando a 77% no México, com aumento de rendimento efetivo médio de 19,28%.

Segundo Borges (2010) a adoção de uma nova tecnologia agrícola pode ter diversos tipos de impactos: econômicos, sociais, ambientais, institucionais e tecnológicos. No caso de geneticamente modificados a dimensão de cada tipo de impacto depende das características intrínsecas da inovação, do cultivo em que esta inovação está sendo utilizada, de fatores ambientais e de fatores institucionais. Segundo estudos há uma grande aceitação dos cultivos transgênicos por parte dos agricultores e que esta aceitação está relacionada com as vantagens ó financeiras e não financeiras ó das sementes modificadas geneticamente em relação às sementes convencionais.

De acordo com o autor, as origens dos ganhos de rendimento oriundos da adoção das sementes geneticamente modificadas podem ser explicadas a partir dos possíveis impactos destas sementes sobre quatro variáveis: a produção ou o rendimento por hectare, o preço dos cultivos pago aos agricultores, o preço da semente e o custo de manejo de pragas. As duas primeiras variáveis determinam a receita e as duas últimas determinam os custos de produção do agricultor.

A ação de cultivos geneticamente modificados poderá ter efeitos sobre os custos de produção e sobre a receita dos agricultores, portanto, terá impactos sobre a lucratividade. Borges (2010) evidencia que a lucratividade dos cultivos geneticamente modificados, que pode ser entendida também com sendo ganho de vantagens sobre os cultivos convencionais, depende de variáveis como: 1) diferença de rendimento por hectare, quando é esperado redução de perdas causadas por pragas, como no caso de variedades Bt; 2) redução nos custos com inseticidas, uma vez que é esperado reduzir seu uso; 3) redução nos custos de manejo das pragas, onde se espera uma redução de custos quando se adota um sistema de manejo de pragas mais flexível, reduzindo o uso de defensivos; 4) diferenças nos preços das sementes, dado que o uso de sementes transgênicas envolve o pagamento de *royalties*, fazendo que tenham um custo maior do que as sementes convencionais; e 5) diferenças entre os preços dos cultivos geneticamente modificados e os convencionais recebidos pelos agricultores.

Borges (2010) expõe que dos três principais cultivos geneticamente modificados na produção mundial o soja tolerante a herbicidas e algodão e milho resistente a insetos o não é esperado resultados muito significativos sobre a receita dos agricultores. O autor afirma que, primeiro, estes transgênicos não foram desenvolvidos para aumentar a produção ou rendimento por hectare. E, segundo, não se espera um aumento no preço recebido pelo agricultor, dado que o consumidor final dos produtos transgênicos não consegue diferenciá-los dos cultivos convencionais. Para esta segunda questão, o autor explica:

o O aumento no preço pago ao agricultor pressupõe alguma diferenciação no produto GM que possa ser percebida como uma vantagem em relação ao cultivo convencional pelo consumidor final. Embora existam alguns cultivos GM com estas características, [...] eles representam uma parcela muito pequena no mercado de cultivos GM e como a liberação comercial destes cultivos é mais recente, ainda não há estudos sobre os seus impactos sobre o preço recebido pelo produtor. No caso da soja, do milho e do algodão, além dos atributos serem percebidos apenas pelos agricultores, estes cultivos não são consumidos na sua forma natural, com o são as frutas e as hortaliças. Grande parte da soja e do milho é utilizada para a produção de óleo, farinhas e alimentação animal, o que dificulta ainda mais a percepção do consumidor. (Borges, 2010, p. 41, nota de rodapé)

No caso das variedades Bt, resistente a insetos, a principal vantagem econômica desse cultivo é a redução dos gastos com inseticidas, implicando em uma redução no custo variável de produção. Assim, as vantagens de utilizar a variedade geneticamente modificadas dependerão do quanto é gasto com inseticidas, ou seja, a participação que este item tem nos custos do produtor. Quanto maior a incidência de pragas, maiores serão as vantagens da variedade geneticamente modificadas resistente a insetos (Borges, 2010).

Há ainda um debate em curso em relação ao *trade off* entre benefícios das culturas geneticamente modificados e seus problemas, ou seja, o debate se volta aos possíveis riscos à saúde e ao meio ambiente. Muitos pesquisadores ao redor do mundo já concluíram não terem justificativa aceitável, face à dimensão dos impactos econômicos da adoção dos transgênicos, por exemplo, na competitividade setorial, custos de produção, renda do produtor e das empresas produtoras de sementes e de agroquímicos, e à dimensão dos impactos ambientais e sobre a saúde dos produtores rurais e consumidores.

Em diversos países, o avanço no desenvolvimento dos organismos transgênicos é cerceado por legislações restritivas. Ademais, a insegurança de parte da população quanto aos impactos da utilização dos transgênicos no meio ambiente e, sobretudo, na saúde humana, tem

se manifestado frequentemente sob a forma de protestos veementes de organizações não governamentais.

1.2 Transgenia no Brasil

No Brasil, a produção de sementes geneticamente modificadas começou de forma gradual a partir de 2003. Os transgênicos ainda são um tema polêmico, mas sua produção vem aumentando, principalmente nas culturas de soja, algodão e milho. O país é um dos que o avanço dos transgênicos mais esbarra na legislação. Nos últimos anos observa-se no país uma disputa entre empresas multinacionais, produtores e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A Embrapa tem investido em pesquisas sobre alimentos geneticamente modificados 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 aos mesmos, além de aumentar a produtividade da área cultivada. Recentemente, foi aprovada no país uma variedade tolerante ao herbicida glufosinato em uma parceria com a Basf, um fato de destaque por contrariar a idéia de que países em desenvolvimento não conseguiriam trabalhar com novos conceitos em melhoramento genético (Traxler, 2000).

Por outro lado, o Instituto de Defesa do Consumidor (IDEC), a ONG *Greenpeace* e a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), estão entre as principais entidades contrárias a legalização e utilização dos organismos geneticamente modificados e se apoiam no argumento de que não existem estudos adequados sobre os possíveis impactos ambientais ou sobre a saúde humana do uso de sementes transgênicas na agricultura mundial. Esse debate tem ocorrido em quase todos os países desenvolvidos ou em desenvolvimento¹.

Uma instituição de grande importância foi a promulgação da Lei de Biossegurança (Lei 11.105/2005 de 24/03/2005), a qual reafirmou a competência da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). A entidade é responsável pela análise dos projetos que envolvam a pesquisa para identificação de eventos transgênicos no Brasil e tem como principal função a liberação comercial ou não de cada tipo de organismo geneticamente modificado. Esta comissão é constituída por representantes de instituições de pesquisa, de entidades de defesa do consumidor e

¹ Vide Silveira (2009).

órgãos governamentais, dentre outros. Em maio de 2007, a comissão liberou pela primeira vez um organismo geneticamente modificado para uso comercial no Brasil, o cultivo do milho *Liberty Link*, produzido pela empresa Bayer, cuja principal característica é a resistência ao herbicida glufosinato de amônio.

Dentre os organismos geneticamente modificados produzidos no Brasil, alguns se encontram entre os 10 principais produtos agrícolas do país, com projeção para novos lançamentos, em novos cultivos. Atualmente o Brasil é o segundo maior produtor de transgênicos no mundo (Quadro 1), assumindo a posição que até 2009 pertencia à Argentina. Apresentados na Tabela 2, destaca-se a soja, que dos 25,4 milhões de hectares plantados com transgênicos no Brasil em 2010, ocupava a maior área, 17,8 milhões de hectares (75% do total plantado com soja). Outros 7,3 milhões de hectares estavam plantados com milho (55% do total da cultura), enquanto o algodão ocupava 0,25 milhão de hectares (26% do total plantado).

TABELA 2: Área plantada com transgênicos no Brasil (milhões de hectares)

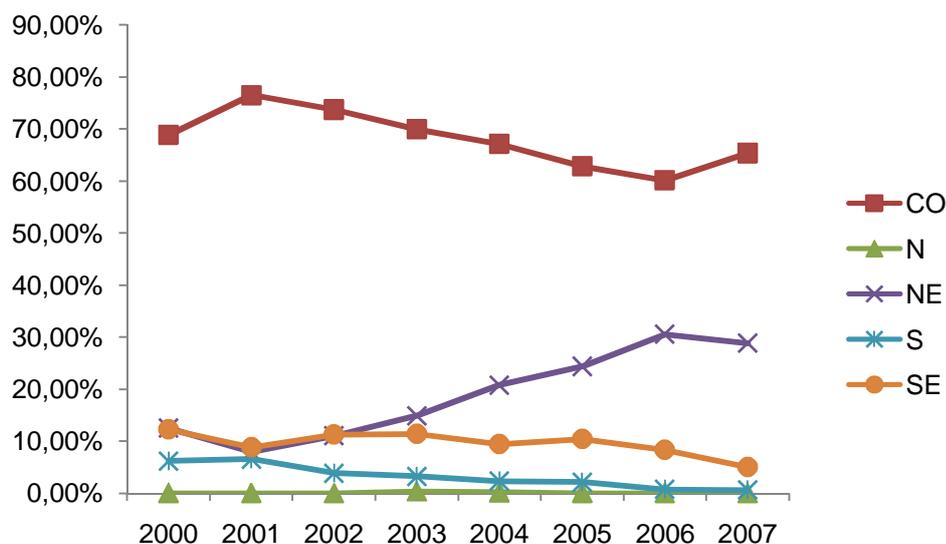
Produto	Área
Soja	17,8
Milho	7,3
Algodão	0,25
Total	25,35

Fonte: ISAAA, 2010

1.3 Algodão no Brasil

Até o início da década de 90, a produção de algodão no Brasil concentrava-se nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Após esse período, aumentou significativamente a participação do algodão produzido nas áreas de cerrado, basicamente da região Centro-Oeste. Esta região, que em 1990 cultivava apenas 123 mil hectares (8,8% da área de algodão do país) passou para 690 mil hectares em 2007. Atualmente, a região Centro-Oeste responde por 65,39% do algodão produzido no Brasil (Figura 1).

FIGURA 1: Participação das regiões na produção de algodão



Fonte: IBGE

1.3.1 Reestruturação produtiva

A cultura do algodoeiro atravessou grandes dificuldades na década de 1980. Entre estas podem se destacar a chegada ao Brasil da praga do bicudo, responsável por sérios prejuízos à cultura, e os incentivos oferecidos para compra de algodão importado que fizeram a demanda interna do produto pela indústria têxtil nacional entrar em franco declínio.

Essas dificuldades resultaram na queda substancial da produção no Nordeste, em função da baixa adoção de tecnologias que impossibilitava a convivência adequada com a praga do bicudo e da baixa competitividade do produto local com o importado, em razão da sua qualidade e da escala de comercialização. A tabela 4 mostra que entre 1985 e 1990 a produção nordestina reduziu-se de 458 mil toneladas, numa área de 101 mil hectares, para 151 mil toneladas, em 33 mil hectares. A produtividade permaneceu baixa: 0,45 e 0,46 toneladas por hectare, respectivamente. O revés da cultura do algodoeiro também foi verificado nas demais áreas tradicionalmente produtoras.

Até meados da década de 1990, a produção se concentrava no Sul do país, em pequenas empresas, com colheita manual e baixa produtividade, como observado na Tabela 4. Com a reestruturação promovida a partir de 1990, e com a liberação do mercado, a área plantada foi deslocada para a região Centro-Oeste. O deslocamento da produção foi resultante das condições favoráveis para o desenvolvimento da cultura e da utilização de variedades adaptadas às

condições locais, tolerantes a doenças e com maior potencial produtivo, aliadas às modernas técnicas de cultivo. Soma-se a isso, a expressiva elevação dos preços internos no primeiro semestre de 1997, o estreito suprimento do produto no mercado interno e o estímulo dos governos estaduais, através de programas especiais de incentivo a essa cultura. A produção, que em 1990 era da ordem de 190 mil toneladas, passa a crescer significativamente, atingindo o valor de quase 2,7 milhões de toneladas em 2007.

Como alternativa para rotação com a soja, os produtores do Centro-Oeste viram no algodão uma grande oportunidade de negócios. A segunda metade da década de 90 significou um marco na migração da cultura do algodoeiro, das áreas tradicionalmente produtoras para o cerrado brasileiro. O sucesso da cultura do algodoeiro no cerrado tem sido impulsionado pelas condições de clima favorável, terras planas, que permitem mecanização total da lavoura, programas de incentivo à cultura implementada pelos estados da região e, sobretudo, o uso intensivo de tecnologias modernas. Este último aspecto tem feito com que o cerrado brasileiro detenha as mais altas produtividades na cultura do algodoeiro no Brasil e no mundo, em áreas não irrigadas. A produtividade evoluiu de forma significativa, passando de 1,71 toneladas por hectare em 1980 para 3,85 em 2007 (Tabela 4).

Sendo assim, nos últimos 12 anos o Brasil passou, da posição do segundo maior importador mundial, para a terceira posição no ranking dos maiores exportadores internacionais. Em 1999, no início do novo ciclo de cultura do algodão com maior uso de tecnologia, a produção nacional da fibra foi de 520 mil toneladas, com importações de 280 mil toneladas e exportações de apenas 4 mil toneladas. Em 2000, as exportações subiram para 28,5 mil toneladas, passando para 147 mil toneladas no ano seguinte. As vendas ao exterior mantiveram, a partir daí, uma trajetória ascendente. Para a safra 2010/11 a produção nacional foi estimada em 1,90 milhão de toneladas (Tabela 3), com exportação da ordem de 630 mil toneladas (Conab, 2010).

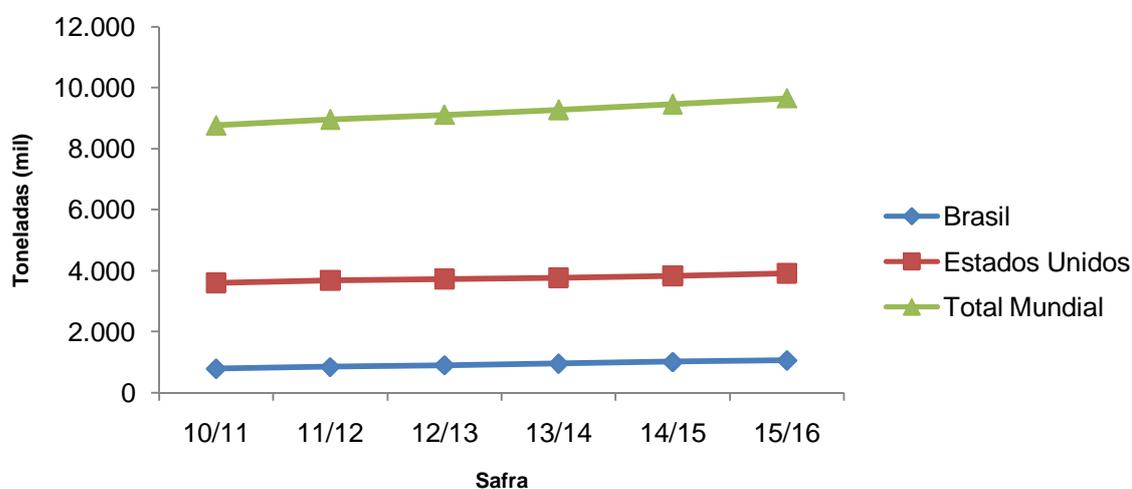
TABELA 3: Estimativa da produção mundial (milhões de toneladas)

País	2010/11	2011/12
Paquistão	1,76	2,15
Brasil	1,90	2,00
Índia	5,44	5,95
China	6,20	7,14
Total mundial	24,34	27,54

*Fonte: Cotton Outlook - Revista nº 11, de 18/03/2011.
Elaboração: Conab.*

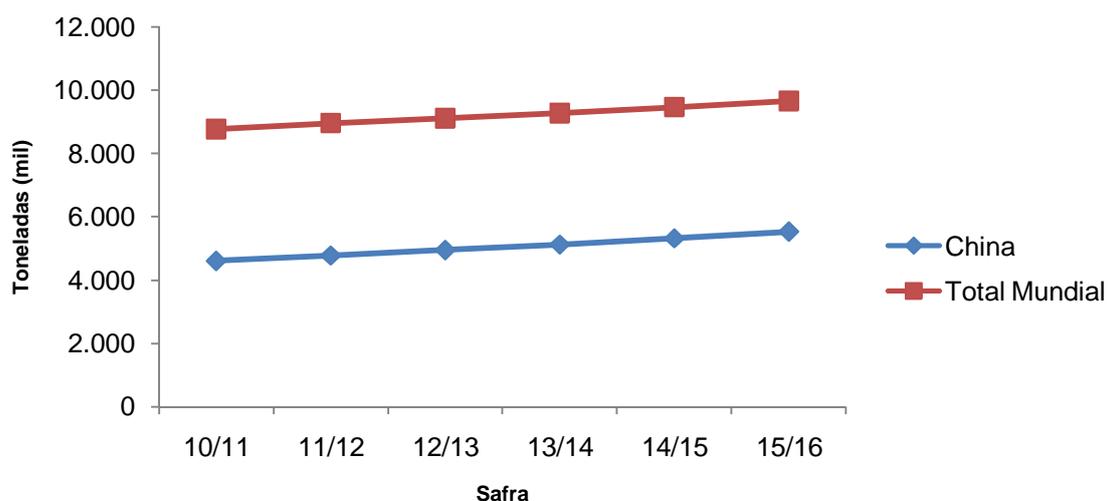
De acordo com Ramos (2006), um estudo realizado por técnicos do governo brasileiro² tendo como base dados da Organização para a Agricultura e a Alimentação (FAO), da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e do Instituto de Pesquisa em Política de Agricultura e Alimentação (FAPRI) aponta que o comércio mundial de algodão deverá crescer em torno de 1% ao ano até 2015/16, com os Estados Unidos se mantendo na liderança das exportações (Figura 2). É esperada uma expansão da demanda mundial, sobretudo da China (Figura 3).

FIGURA 2: Projeções para o mercado de algodão: Exportações



Fonte: Ramos (2006). Elaboração a partir de dados do FAPRI ó Cotlook, Ltd., Liverpool, England

FIGURA 3: Projeções para o mercado de algodão: Importações



Fonte: Ramos (2006). Elaboração a partir de dados do FAPRI ó Cotlook, Ltd., Liverpool, England

²Revista de Política Agrícola, n° 1, 2006, Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

TABELA 4: Evolução da produção, área plantada e produtividade do algodão no Brasil

ANO	CENTRO-OESTE			NORTE			NORDESTE		
	Produção (toneladas)	Área (hectares)	Produtividade (ton/ha)	Produção (toneladas)	Área (hectares)	Produtividade (ton/ha)	Produção (toneladas)	Área (hectares)	Produtividade (ton/ha)
1980	136949	80295	1,71	3633	5202	0,70	147470	558780	0,26
1985	244072	147524	1,65	2228	5508	0,40	458697	1012725	0,45
1990	190947	123451	1,55	13732	17582	0,78	151324	330152	0,46
1995	350280	198934	1,76	28423	20815	1,37	171522	359681	0,48
2000	1387968	403730	3,44	1516	1705	0,89	244201	226998	1,08
2005	2307568	700003	3,30	2847	1343	2,12	892546	334238	2,67
2006	1744748	490820	3,55	949	333	2,85	885996	302758	2,93
2007	2688421	691439	3,89	2130	715	2,98	1186477	348949	3,40

ANO	SUL			SUDESTE			BRASIL		
	Produção (toneladas)	Área (hectares)	Produtividade (ton/ha)	Produção (toneladas)	Área (hectares)	Produtividade (ton/ha)	Produção (toneladas)	Área (hectares)	Produtividade (ton/ha)
1980	561519	336000	1,67	589759	373166	1,58	1439330	1353443	1,06
1985	1035661	540000	1,92	927265	547119	1,69	2667923	2252876	1,18
1990	852600	490000	1,74	574572	430699	1,33	1783175	1391884	1,28
1995	529977	282760	1,87	361324	241346	1,50	1441526	1103536	1,31
2000	125444	54109	2,32	247973	115076	2,15	2007102	801618	2,50
2005	79102	57387	1,38	384477	165537	2,32	3666540	1258508	2,91
2006	22759	13990	1,63	244269	90107	2,71	2898721	898008	3,23
2007	26023	12333	2,11	207782	71826	2,89	4110833	1125262	3,65

Fonte: IBGE. Elaboração própria.

1.3.2 Algodão arbóreo e herbáceo no Nordeste

No Brasil, eram produzidos dois tipos de algodão: o herbáceo e o arbóreo. O Algodão arbóreo, é uma planta perene, que já foi cultivado em grande escala no Nordeste, desde o início dos anos 80 está em processo de extinção, pois é pouco produtiva em virtude da praga do bicudo, e o custo de manutenção da lavoura inviabiliza sua continuidade.

Já o algodão herbáceo, é cultivado de forma temporária em grandes extensões de área, o ciclo da planta é de 5 a 6 meses, e após a colheita, a planta é erradicada. Da planta do algodão arbóreo e herbáceo colhe-se o algodão em caroço que após passar pelo processo de beneficiamento, têm-se a pluma.

A cultura do algodão herbáceo, realizada em condições de sequeiro destaca-se como uma das mais importantes para a região Nordeste, em especial para os pequenos e médios produtores, tendo assim importância socioeconômica muito elevada para o agronegócio nordestino, que é atualmente um dos maiores polos de consumo industrial de algodão da América Latina, junto com o Estado de São Paulo e o México (Embrapa, 2009).

Uma das grandes vantagens desta atividade é que mais de 75% do custo de produção é com mão-de-obra o que significa ocupação para milhares de trabalhadores rurais. O algodão produzido pelas pequenas propriedades na região Nordeste é todo colhido a mão, o que proporciona, a obtenção de um produto de qualidade elevada. Os pequenos produtores de algodão herbáceo no Nordeste têm grande tradição no cultivo e utilizam muito pouco insumos, principalmente fertilizantes inorgânicos, herbicidas e inseticidas, tendo assim a grande vantagem com relação as demais áreas de produção do Brasil, de ter um custo de produção bem menor, o que eleva a rentabilidade, apesar de ter um potencial de produção bem menor (Tabela 4).

O algodão herbáceo é um produto que tem mercado garantido dentro da própria região Nordeste e não é perecível o que se constitui em uma grande vantagem para o produtor. Neste sistema de produção são evidenciados os passos tecnológicos para a cultura do algodão para o pequeno produtor desta cultura em condições de sequeiro (dependente de chuvas) na região Nordeste.

1.4 Algodão transgênico

Dada a sua dependência química, - usando mais agrotóxicos do que qualquer outra cultura no mundo - não é surpreendente que o algodão tenha sido uma das primeiras culturas a serem geneticamente modificados pela indústria. Foi um dos transgênicos mais rapidamente adotado desde o início da sua comercialização em 1996. Segundo Relatório da FAO, a produção de algodão consome cerca de 25% de todos inseticidas agrícolas utilizados no mundo (Borges, 2010). Hipoteticamente, a principal razão para adoção do algodão geneticamente modificado seria a promessa do aumento de produtividade e redução de pulverização do inseticida, e que agora está sendo utilizado em muitos países em desenvolvimento como uma alternativa mais ambientalmente seguras e economicamente viáveis para o cultivo de algodão convencional.

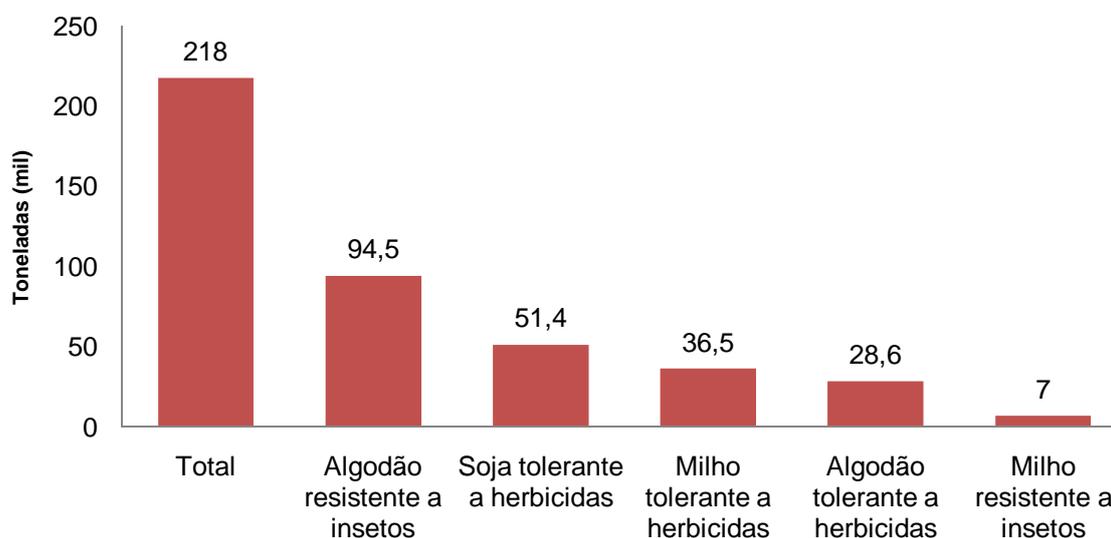
Plantas transgênicas contendo genes do *Bacillus thuringiensis* produzem toxinas inseticidas e têm sido usadas em programas de manejo de pragas. Variedades de algodão transgênico resistente a insetos já foram liberadas para comercialização na África do Sul, Argentina, Austrália, China, Colômbia, Índia, Indonésia, México, Estados Unidos, e Brasil, e estão sendo testadas para a liberação comercial em outros países. Bt é a abreviatura de *Bacillus thuringiensis*, uma bactéria de solo que ocorre naturalmente e é utilizada pelos agricultores para o controle de insetos lepidópteros por causa de uma toxina que ela produz. Através da engenharia genética, os cientistas introduziram o gene responsável por fazer a toxina em uma variedade de culturas, incluindo o algodão. Os cultivos Bt expressam o gene inseticida em todo o seu ciclo de crescimento.

O algodão Bt é muito eficiente para combater pragas de lagartas, como a rosada do algodoeiro (*Pectinophora gossypiella*), e a cápsula do algodoeiro (*Helicoverpa zea*) e é parcialmente eficiente contra a lagarta do broto do tabaco (*Heliothis virescens*) e a lagarta negra (*Spodoptera frugiperda*). Estas pragas prejudicam a produção em diversas zonas produtoras, mas existem outras pragas, que não são combatidas pelo Bt e que continuam necessitando do uso de pesticidas químicos. Como consequência, os efeitos do algodão Bt nas diversas regiões produtoras serão diferentes, dependendo da intensidade e da incidência de pragas suscetíveis ao Bt (Silveira et al., 2005).

Segundo a Monsanto, os produtores de algodão podem economizar tempo e dinheiro usando *Bollgard*³ como uma ferramenta de gerenciamento de risco. A redução de aplicações de inseticidas convencionais pode minimizar o custo do controle de pragas, eliminar a mão-de-obra envolvida na aplicação de inseticidas, reduzir os custos de produção e as necessidades de equipamentos, melhorando a eficiência na produção de algodão. Ainda segundo a empresa, optar pelo plantio do *Bollgard* reduz as preocupações decorrentes das decisões que o produtor precisa tomar para proteger sua lavoura, e que esta tecnologia reduz as aplicações de inseticida, fazendo com que os produtores tenham mais tempo para cuidar de outros aspectos de sua atividade, para passar com a família ou em atividades com a comunidade.

Quanto ao meio ambiente, os cultivos geneticamente modificados também estão apresentando impactos positivos. Os cultivos transgênicos predominantes são os cultivos tolerantes a herbicidas e os resistentes a insetos. Os impactos ambientais estão associados com a redução no uso de pesticidas. Nota-se que para as variedades de algodão resistente a insetos, esta redução foi a mais significativa, representando 43,3% do total, se incluído o algodão tolerante a herbicidas, a redução alcança 56,5%. A Figura 4 mostra estes resultados.

FIGURA 4: Redução no uso de pesticidas causadas pelo uso de cultivos transgênicos na produção mundial (2005)



Fonte: Borges (2010), Elaboração a partir de Brookes & Barfoot (2006).

³*Bollgard* é a marca registrada do algodão do Monsanto, com resistência natural a insetos.

1.4.1 Algodão Transgênico no Brasil

Atualmente, o algodão conta com oito variedades geneticamente modificadas aprovadas pela CTNBio no Brasil. A primeira, em 2005, foi a denominada *Bollgard Evento 351*, de propriedade da Monsanto, resistente às principais pragas lepidópteras. Em 2008, também da Monsanto, foi aprovada a variedade *Roundup Ready* (RR), tolerante ao glufosinato de amônio. Também em 2008 outra variedade de algodão transgênico foi aprovado, desta vez da Bayer: o *Liberty Link* que é resistente ao herbicida glufosinato de amônio. No final de 2010, a comissão aprovou a liberação comercial de mais uma variedade transgênica de algodão. Esta variedade, desenvolvida pela Bayer CropScience, é tolerante ao herbicida glifosato. A Bayer argumenta que a tecnologia *GlyTol* foi desenvolvida para auxiliar o produtor a controlar melhor as plantas daninhas em lavouras de algodão. O Algodão *GlyTol* é uma variedade que permite o uso seletivo de herbicida à base de glifosato para o controle das plantas invasoras, que comprometem a qualidade de pluma e produtividade da lavoura. Em fevereiro de 2011, o conselho aprovou a tecnologia *TwinLink*, também da Bayer, variedade esta que agrega à semente de algodão o poder de autodefesa contra pragas (lagartas) e para a seletividade ao herbicida à base de glufosinato de amônio. O Quadro 2 mostra todas as variedades já aprovadas, juntamente com a sua ação e o ano em que o pedido de aprovação foi deferido.

Ademais, no país, a Embrapa pretende implementar parcerias com empresas privadas para a inserção em seus cultivares do gene Bt, e está selecionando e clonando novos genes de resistência contra pragas do algodão no Brasil, como por exemplo, genes de toxinas contra o bicudo do algodoeiro.

QUADRO 2: Variedades de algodão geneticamente modificado liberadas pela CTNbio (2011)

Variedade	Empresa	Ano	Ação
Bollgard Evento 531	Monsanto	2005	Resistente às principais pragas da Ordem Lepidóptera
LibertyLink Evento LLCotton25	Bayer	2008	Tolerante ao glufosinato de amônio
Roundup Ready Evento MON 1445	Monsanto	2008	Tolerante ao herbicida glifosato
Widestrike	Dow AgroSciences	2009	Resistente a insetos e tolerante ao herbicida glufosinato de amônio
Bollgard Evento MON 15985	Monsanto	2009	Resistente a insetos
MON 531 x MON 1445	Monsanto	2009	Resistente a insetos e tolerância ao glifosato
GlyTol	Bayer	2010	Tolerante a herbicidas denominado GHB614
TwinLink	Bayer	2011	Resistente a insetos e tolerante ao herbicida glufosinato de amônio

Fonte: CTNbio - Elaboração Própria.

2 BENEFÍCIOS E CONTROVÉRSIAS

Esse capítulo apresentará estudos empíricos da literatura a respeito dos benefícios econômicos diretos aos produtores que utilizam o algodão Bt, com a redução do uso de agrotóxicos, bem como as controvérsias a respeito do tema.

2.1 Benefícios

Apesar da crescente evidência de que o algodão *Bacillus thuringiensis* (Bt), aumenta o rendimento e reduz o uso de inseticidas e, portanto, os custos de produção dos agricultores, os críticos da biotecnologia continuam a duvidar da sua utilidade, principalmente para os pequenos agricultores nos países em desenvolvimento.

Um estudo realizado por Pray et al. (2002) apontou que na China, o algodão Bt foi desenvolvido para proporcionar uma proteção mais eficaz contra as pragas. Os cientistas esperavam que os agricultores que cultivaram algodão Bt seriam capazes de reduzir substancialmente a quantidade de pesticidas e obterem um melhor controle da lagarta, o que reduziria custos de produção e aumentaria o rendimento. Este estudo observou que o rendimento nas províncias que utilizaram o algodão Bt por vários anos aumentou. Assim, concluiu-se que não houve deterioração da eficácia das variedades Bt ao longo do tempo. A pesquisa também demonstrou que o uso das variedades de algodão Bt reduz o uso de pesticidas. O autor, ainda verificou que o custo das sementes foi maior para as variedades Bt. No entanto, isso foi compensado por uma redução muito maior na utilização de pesticidas e uma redução no trabalho, dado que os agricultores de algodão Bt não tiveram que gastar tanto tempo a pulverização de pesticidas. O custo total por hectare de produção de algodão Bt foi muito menor do que em algodão não-Bt em 1999 e 2001. Concluiu-se que por causa do maior rendimento do algodão Bt e porque os preços para o algodão Bt e não-Bt foram praticamente idênticos, as receitas do algodão Bt são superiores aos de algodão não-Bt. Após descontados os custos de produção total das receitas, o lucro líquido de produção de variedades Bt foi maior do que para não-Bt.

Outro estudo para o caso chinês mostra que até 1998 o país, que ocupa a posição de maior produtor de algodão do mundo, cerca de 20% do custo total da produção de algodão era com inseticidas (Huang et al., 2003 apud Silveira et al., 2005). Assim, o algodão Bt, dependendo do preço das sementes modificadas, poderá contribuir para uma redução de custo de produção, dado que o agricultor deixará de gastar com inseticidas. Poderá também contribuir para o aumento da produtividade por hectare, uma vez que ele poderá reduzir as perdas causadas pelas pragas. A Tabela 5 mostra os impactos do uso do algodão Bt, onde os mais significativos foram a redução dos custos, o aumento do rendimento e da produtividade.

Tabela 5: Impactos da adoção de algodão Bt nas principais regiões produtoras (1999-2001)

Países/Regiões	Participação na produção mundial (%)	Variações no custo dos insumos e do rendimento após a introdução do algodão Bt (%)				Taxa de adoção do algodão Bt (%)	Variação na produtividade induzida pelo algodão Bt
		Inseticidas	Sementes	Mão de Obra	Rendimento		
Austrália	4,3	-80	80	-2	0	25	3,24
China	15,1	-82	220	-9,5	15	58	7,65
Índia	16	-49	386	34	58	25	10,2
EUA	15,5	-80	80	-2	0	37	1,74
Canadá	2,7	-77	166	-15	8,5	30	1,49
América Latina	7,5	-46	166	17	33	5	1,85
África do Sul	1,3	-25	110	-8	18	40	8,21
África Central e Ocidental	5,1	-25	110	-8	18	25	5,29

Fonte: Elbehri & MacDonald, (2005), apud Silveira et al. (2005).

Os dados mostram que em todos os países houve redução de custos e incrementos de produtividade, com o seguinte padrão geral: os ganhos de produtividade foram significativos na Ásia (China e Índia) e na África do Sul, mas foram pequenos nos Estados Unidos. Em compensação, a redução dos custos com inseticidas foi maior nesse país do que nos demais, com exceção da China. A Índia, que teve o maior aumento da produtividade, também apresentou maior aumento no custo com sementes (Silveira et al., 2005).

As diferenças entre os impactos sobre os custos, mostradas na Tabela 5, explicam-se pelas diferenças climáticas, que afetam a incidência de pragas. Nas regiões onde o uso de inseticidas é muito intenso, o algodão Bt é mais competitivo do que o tradicional ó mesmo com o aumento do custo da semente ó pois a redução nos gastos com inseticidas é muito grande (considerando que a participação destes na planilha de custos é muito maior do que a participação da semente). As diferenças regionais dos impactos estão relacionadas com a

incidência de pragas. Eles são mais elevados nas regiões que têm maior incidência e que, portanto, utilizam grandes quantidades de inseticidas (Marra et al., 2002 apud Silveira et al., 2005).

Na China, onde o algodão ocupa quase 60% da área agrícola (FAO, 2008 apud Borges, 2010), o principal impacto econômico das variedades Bt foi a redução de custos de produção de 20% a 33%, dependendo da região e da variedade de algodão utilizada. Entre 1999 e 2001, os gastos com inseticidas reduziram 80% entre os agricultores que adotaram algodão Bt (Huang et al., 2003 apud Silveira et al., 2005).

Na Índia, onde a produção de algodão também tem grande importância econômica, o uso do algodão Bt resultou em grandes benefícios para os agricultores. Lá, as perdas provocadas por ataques de insetos são as principais causas do baixo rendimento da produção (Beyers & Thirtle, 2003 apud Borges, 2010). Em 2002 o algodão Bt foi aprovado para a produção. Em 2001, foram realizados testes de campo com 157 agricultores em três estados indianos e a média dos ganhos de rendimento com o uso de algodão Bt foi de 80% (Qaim & Zilberman, 2003). Morse et al. (2005 apud Borges, 2010) mostrou que os ganhos continuaram elevados em 2002 e 2003 após a liberação do algodão Bt para a produção em grande escala. O que explica um aumento tão significativo do rendimento é a queda nos custos e o aumento na quantidade produzida por hectare.

Além da redução dos gastos com inseticidas, o algodão Bt trouxe outras vantagens para os produtores. Normalmente a utilização de inseticidas químicos envolve o inconveniente de as pragas desenvolvem resistências a estes produtos, inviabilizando, de certa forma, a produção. Assim, o algodão Bt apresenta as algumas vantagens sobre o método convencional de controlar pragas. No caso das variedades Bt, a ação contra as pragas estão permanentemente na planta. Dado que os agricultores aplicam os inseticidas químicos somente depois de detectar a presença das pragas, a tecnologia Bt impede a perda parcial da lavoura. Além do mais, a eficiência dos inseticidas químicos, ao contrário do Bt, dependem também das condições meteorológicas, já que a chuva pode impedir a ação dos produtos jogados sobre as plantas (Brookes & Barfoot, 2006; Gómez-Barbero & Rodriguez-Cerezo, 2006 apud Borges, 2010).

No caso dos cultivos resistentes a insetos os impactos ambientais ficam mais evidentes, uma vez que o uso de variedades Bt reduz o uso de inseticidas. O maior impacto

ambiental do uso da tecnologia Bt foi no cultivo de algodão. Estima-se que a produção de algodão absorva 25% de todos os praguicidas utilizados no mundo, dentre eles os mais tóxicos. Nos anos 70 e 80, era amplamente utilizado o DDT. No decorrer dos anos 80 o DDT foi substituído por outros, que em muitos casos continuaram sendo muito tóxicos na sua maioria (Conway, 2003 apud Borges, 2010).

O uso de pesticidas na produção de algodão nos países em desenvolvimento é extremamente elevado. No Paquistão e na Índia, o cultivo do algodão, que utiliza respectivamente 5,4% e 14% das áreas agrícolas, é responsável por 70% e 53% do total de pesticidas consumido nestes países. Na África do Sul, o consumo de pesticida na produção de algodão é um dos mais elevados do mundo, chegando a 80% de todo o consumo de pesticida no país (Huang et al., 2003 apud Borges, 2010).

Ademais, na África, os impactos positivos sobre o meio ambiente com a introdução do algodão Bt foram significativos. Primeiro, porque em algumas regiões o uso de inseticida era muito intenso devido às altas incidências de pragas. Segundo, o fato de algumas regiões serem muito ricas em biodiversidade, fazia com o uso dos inseticidas fosse mais danoso do que em outras regiões do mundo (Elbehri & MacDonald, 2005 apud Borges, 2010).

Um dos resultados a serem considerados pelos produtores ao analisarem uma tecnologia de produção é a rentabilidade econômica da produção em termos operacionais, ou seja, a margem de lucro, considerados os custos operacionais da produção. O estudo realizado por Fernandez & McBride (2000) procurou identificar o impacto na produtividade e na rentabilidade da produção com a introdução de variedades transgênicas de soja, algodão e milho. A análise baseou-se em um modelo econométrico, que estabeleceu um indicador de flexibilidade, cujo resultado pode ser interpretado como a taxa de variação de um atributo da produção (produtividade ou rentabilidade), conforme a taxa de adoção de variedades transgênicas. A amostragem baseou-se na coleta de dados de 1997 feita pelo USDA, no *Agricultural Resource Management Study* (ARMS), e os resultados da modelagem são expressos como elasticidades⁴ (Tabela 6).

⁴Neste contexto, elasticidade é a variação relativa de uma determinada medida (produtividade e rentabilidade) em relação a uma pequena mudança na adoção da tecnologia, em relação aos níveis atuais.

TABELA 6: Impacto da adoção de algodão resistente a herbicida e resistente a insetos em relação ao convencional, nos EUA (1997)

Elasticidade	Resistência	
	Herbicida	Insetos (Bt)
<i>Produtividade</i>	+0,17	+0,21
<i>Rentabilidade</i>	+0,18	+0,22

Fonte: Fernandez & McBride (2002)

A adoção do algodão Bt levou a um grande aumento na produção. Um aumento de 10% na adoção do algodão Bt aumentou a produtividade em 2,1% (elasticidade +0,21). A adoção do algodão tolerante a herbicidas também tem um efeito positivo e estatisticamente significativo sobre a rentabilidade (elasticidade +0,18), assim como a adoção do algodão Bt (elasticidade +0,22). O propósito dos autores foi verificar se a taxa tecnológica (*royalties*) embutida no preço da semente compensaria as reduções com os custos de aplicação de herbicidas e inseticidas, proporcionando ou não, aumento de rentabilidade para o produtor.

Outra questão levantada por Fernandez & McBride (2000) foi observar o que levou a rápida difusão das variedades geneticamente modificadas. Foi observado que os agricultores levam em consideração as facilidades de manejo das culturas com o uso de um herbicida de amplo espectro, como o glifosato, permitindo, maior flexibilidade de controle das ervas daninhas; redução do número de aplicações; e redução da necessidade da combinação de outros herbicidas. Esse controle mais eficaz representaria, por si só, um ganho de rentabilidade, muitas vezes se torna difícil de contabilizar na estrutura de custos. Isso quer dizer que a possível economia de mão-de-obra, nas aplicações do herbicida, não implicaria mudanças significativas nos custos variáveis de produção.

James (2010) deixa evidente que o Brasil é um líder mundial em culturas biotecnológicas e uma força motriz de crescimento para o futuro. Afirma que a Índia, a segunda plantadora de algodão do mundo, se beneficiou de 8 anos (2002 a 2009) de sucesso com o algodão Bt, atingindo um recorde de adoção de 87% em 2009. A Índia passou de importadora para a principal exportadora de algodão. Aponta também que avanços têm sido notados em países da África, como África do Sul, Burkina Faso e Egito, onde houve expressivo aumento na área plantada com algodão Bt em 2009. O cultivo do algodão biotecnológico foi quase metade de todos os 33 milhões de hectares plantados com algodão no mundo.

2.2 Controvérsias

Em contraposição, a organização Grain (2001), uma pequena organização internacional sem fins lucrativos que trabalha para apoiar os pequenos agricultores e movimentos sociais em suas lutas, argumenta que o algodão Bt não tem qualquer impacto positivo sobre a produtividade e evidencia que há evidências dos benefícios do algodão Bt que não são totalmente convincentes. O artigo aponta que nos Estados Unidos, o desempenho produtivo de variedades *Bollgard* da Monsanto (Bt), tem sido errática e, às vezes decepcionante. Segundo a organização, na região do Delta do Mississipi, os custos de sementes e controle de pragas foram significativamente maiores nas áreas cultivadas com Bt do que nas não-Bt. E ainda os agricultores têm de pagar por uma taxa para o uso da tecnologia das sementes Bt (*royalty*). Um levantamento do USDA de 1997 sobre produtores de algodão não encontrou nenhuma diferença de rendimento entre algodão Bt e não-Bt.

Ainda segundo a mesma organização, outro fator que afeta a eficácia do algodão Bt é que a toxina Bt afeta apenas as lagartas. Assim, a planta do algodão ainda é suscetível a pragas sugadoras. Ou seja, essas pragas ainda têm de ser tratadas com pesticidas, da mesma maneira utilizada para matar a lagarta, e, portanto, requer ainda aplicação de pesticidas.

A organização questiona a afirmação de que o algodão Bt contribui diretamente para o aumento do rendimento. Ela aponta que a produtividade da cultura do algodão tem estado estagnada ou tem diminuído ligeiramente desde o final de 1980 e que esta parece ser um problema particular dos Estados Unidos, onde a falta de diversidade genética nas variedades comerciais tem sido dada como um problema.

Seguindo o mesmo caminho, Ali et al. (2005) realizou um estudo com um total de 121 agricultores produtores de algodão que não fizeram uso de nenhum pesticida sintético comparando com 117 agricultores que adotaram o algodão Bt, na Índia. O estudo analisou a incidência de várias pragas e doenças, bem como a incidência de organismos benéficos nas plantações do algodão Bt e não-Bt - sem uso de pesticidas. Partiu-se do princípio que o uso do algodão Bt começa a se tornar negativo com o custo da semente em si, com uma diferença de 355% a mais no caso do algodão Bt em relação ao que não se usou nenhum controle químico.

Este estudo colocou em questão o paradigma do controle das pragas, em que algodão Bt está sendo promovido como uma alternativa mais segura e melhor do que o cultivo

de algodão convencional, que tem intensa utilização de pesticidas. Foi observado que o custo de controle de pragas por acre, quando se adota o uso da variedade Bt em relação a não adoção de qualquer pesticida, é quase 7 vezes mais caro. Criticou-se a ideia de que o algodão Bt é pensado para ser a solução para os problemas de pragas. Ademais, sugeriu-se que o algodão Bt deveria ser avaliados e é a melhor solução contra uma abordagem que não se usa nenhum pesticida. Este estudo tentou tal comparação. Chegaram a conclusão de que o algodão Bt não é a tecnologia mais segura ou melhor para resolver o problema das pragas e que o algodão Bt tem sido um fracasso devido ao seu desempenho extremamente desigual em todos os três anos de cultivo comercial aprovado na Índia.

3 SEMENTES E ROYALTIES

Como consequência do cultivo de sementes transgênicas tem-se o pagamento de *royalties* à empresa que possui a patente das sementes transgênicas. A transgenia permitiu desenvolver o conceito de patente do ser vivo por uma empresa. A patente de um determinado fragmento de código genético torna a empresa dona dos direitos de propriedade intelectual de qualquer ser vivo que tenha esse fragmento dentro de si.

3.1 Sementes

A semente constitui um dos insumos de menor custo no sistema de produção do algodoeiro, correspondendo, em média a 2,3 a 3,0% do custo total da lavoura (Freire et al. 1999). Elas são produzidas por produtores e empresas especializadas. A semente é um pacote cujo conteúdo são todos os genes que caracterizam a espécie e a cultivar. Se uma determinada cultivar é eleita pela pesquisa e pelo consenso entre produtores, é porque o seu comportamento é o melhor possível para as condições de clima, solo e de tecnologia agrícola da região, e as características de seus produtos, são as mais aceitas. Consequentemente, o patrimônio genético desta cultivar, que basicamente diferencia seu comportamento, tem que ser protegido (Carvalho & Nakagawa, 1980).

O produtor que adquire uma semente de qualidade deve esperar que o seu plantio resulte na reprodução das características especificadas pela descrição da cultivar, com o máximo de uniformidade. O controle de qualidade das sementes é regulamentado pelo Governo Federal em legislação específica que trata do comércio e fiscalização de sementes e mudas.

A legislação brasileira recente, permitiu a implantação, em todo o país, de sementes certificadas. A produção de sementes envolve diferentes entidades, responsáveis pelas sucessivas etapas que resultam na disponibilização das sementes aos produtores.

Carvalho & Nakagawa (1980), definem o papel das diferentes entidades envolvidas na produção de sementes como segue:

a) Entidade certificadora:

- Desempenha diferentes papéis no processo de produção de sementes certificadas. É responsável pelo programa de melhoramento genético, do qual resultam novas cultivares as quais são registradas, protegidas e recomendadas aos produtores;
- Multiplica as sementes das cultivares geradas, resultando no que se denomina de semente básica;
- Exerce papel fiscalizador das etapas do processo produtivo, podendo aprovar ou rejeitar o trabalho de produção da semente;
- Pode produzir a semente certificada. Entretanto esse papel vem sendo desempenhado pelo setor privado, por meio de contratos estabelecidos entre o obtentor da cultivar e uma entidade produtora.

b) Entidade produtora:

- Pode ser do setor público ou privado. Caracteriza-se por ser responsável pelo nível de qualidade constante do certificado. Quem emite o certificado, de acordo com as análises realizadas, é a entidade certificadora, porém quem se responsabiliza perante o cliente consumidor pelo que consta no certificado, é a entidade produtora.

c) Cooperante:

- É o indivíduo em cuja área agrícola serão produzidas as sementes. Quando a entidade produtora não dispõe de área suficiente para produzir toda a semente a que se propõe, faz contratos específicos com outros produtores para este fim. No cerrado brasileiro, para a produção de sementes de algodão, normalmente a entidade produtora é, também, cooperante, uma vez que produz as sementes em sua própria área agrícola.

3.1.1 Classes de Sementes

A semente certificada é o resultado de um material vegetal, de cujas características genéticas os atores envolvidos no processo produtivo têm pleno conhecimento. Para que se produza a semente certificada, o ponto de partida é uma pequena quantidade de sementes de determinada cultivar, obtidas pelo melhoramento genético ou da multiplicação das sementes

de uma cultivar já existente, sob condições rigorosamente controladas (Carvalho & Nakagawa, 1980).

3.2 Royalties

Os *royalties* são valores pagos a outrem pela utilização de determinados direitos de propriedade. No caso das sementes são pagamentos, às empresas desenvolvedoras, de direitos de cultivo do produto patenteado. As detentoras das patentes, geralmente, são empresas multinacionais, que desempenham comportamentos altamente defensivos em relação à propriedade deste ativos baseados em conhecimento (Vieira et al., 2010).

Vieira et al. (2010) define que em termos gerais, a proteção da propriedade intelectual por patentes pressupõe que o produto ou processo seja novo, possua caráter inventivo e seja passível de inserção em um processo industrial predeterminado, ou seja, tenha aplicação industrial. Portanto, para a aplicação do sistema de proteção por patentes, estes critérios universais ó invenção, novidade e interesse industrial ó devem ser simultaneamente satisfeitos para o caso da biotecnologia.

Quando a soja transgênica começou a ser plantada no Brasil mesmo sem aval da CTNBio, a Monsanto conseguiu cobrar os *royalties* diretamente nas empresas exportadoras. Estas empresas faziam o teste de transgenia quando recebiam os carregamentos. Para resultados positivos, o produtor ficaria isento do pagamento pelo uso da tecnologia se comprovasse que a cobrança já havia sido feita na aquisição da semente. Caso contrário, o agricultor pagaria uma multa de acordo com o tamanho do carregamento entregue à empresa exportadora, que fazia o repasse à multinacional.

No algodão, tanto Monsanto quanto Bayer adotam um sistema similar, com pequenas diferenças. Entre elas, fiscais de empresas terceirizadas verificam os lotes de algodão que chegam à usinas de beneficiamento. Caso o *royalty* já tenha sido pago na compra da semente, o produtor fica isento do pagamento da multa pelo uso indevido da tecnologia. Caso tenha que pagar a multa, a algodoeira emite um boleto de cobrança e não faz o desconto sobre o preço da fibra no ato da entrega.

Apesar de a CTNBio já ter liberado comercialmente oito variedades de algodão modificado, produtores acusam as empresas de limitarem a introdução de novas tecnologias e encarecer os *royalties* para recuperar os investimentos realizados. A Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (Abrapa) e entidades estaduais acusam a Monsanto de elevar em 37,5%, para US\$55 por hectare, o valor do *royalty* cobrado pelo algodão RR em 2010. A Abrapa argumenta que o *Liberty Link*, da Bayer, custa US\$40 e o Bt, da mesma Monsanto, está em US\$37 por hectare. Ocorre que a variedade Bt é menos abrangente e o agrotóxico para o LL (glufosinato de amônio) custa muito mais caro que o glifosato usado no RR⁵. Ou seja, mesmo com a redução significativa de custo pelo menor uso de herbicidas no algodão transgênico, esse fato é minimizado pelo maior preço atual cobrado pela semente da variedade transgênica e pela taxa tecnológica utilizada.

As principais preocupações econômicas se relacionam com o fato de que um grande número de patentes têm sido emitidas no setor. Se os resultados da pesquisa com plantas continuarem a ser patenteado, há um risco de que elas possam se tornar muito caras para os agricultores pobres, especialmente nos países em desenvolvimento. Além disso, o setor privado investe em áreas onde há esperança de um retorno financeiro, como consequência, as pesquisas privadas podem se concentrar em inovações que são de interesse para os mercados ricos e dar menos ênfase naqueles que interessam aos países pobres. Argumenta-se ainda que a biotecnologia pode alterar a natureza, estrutura e propriedade dos sistemas de produção de alimentos, consolidando o controle nas mãos de algumas grandes empresas, e que fazem *lobby* em favor de seus interesses.

A força desse *lobby* é proporcional ao volume de recursos que as poucas empresas movimentam, pois esse é um mercado altamente concentrado. A extensão desse mercado oligopolizado pode levar, em curto período de tempo, a que as produções agrícolas de países inteiros passem a depender de poucas empresas, que fornecem a semente, o agrotóxico e ainda controlam o mercado de distribuição, cobrando altas taxas dos agricultores sobre a sua produção e os *royalties*.

Para os países em desenvolvimento, biotecnologia agrícola é um fenômeno particularmente desafiador. Estes países podem ser os principais beneficiários desta tecnologia - se de fato de a biotecnologia cumprir as suas promessas - mas também podem ser

⁵Valor Econômico, 03/01/2011. *royalty* de semente transgênica gera divergências+

os principais perdedores, se biotecnologia agrícola afetar negativamente a biodiversidade ou se biotecnologia patenteada interromper as práticas tradicionais dos agricultores e o acesso mais difícil à sementes (Zarrilli, 2005).

Reforços da proteção dos direitos de propriedade intelectual podem tornar o investimento da indústria de biotecnologia mais lucrativo. Preocupações estão sendo proferidas tanto nos países desenvolvidos quanto em desenvolvimento sobre os impactos econômicos, sociais, ambientais e éticos de patentear a vida. Além disso, muitos governos de países em desenvolvimento temem que o controle da natureza e da distribuição de novas formas de vida pelas empresas transnacionais possam afetar as suas perspectivas de desenvolvimento (Zarrilli, 2005).

3.2.1 Direitos de Propriedade Intelectual (DPI)

As políticas de direitos de propriedade intelectual (DPI) têm influência direta sobre uma variável fundamental para a inovação que é a apropriabilidade. Borges (2010) complementa que a engenharia genética é considerada uma área onde as formas legais de proteção, sobretudo a concessão de patentes, são fundamentais para a apropriação. Algumas características da engenharia genética, como a complexidade e os elevados custos de pesquisa e desenvolvimento e a facilidade de imitação, fazem com que as outras formas de apropriação não sejam eficazes.

Assim, a importância das políticas de direitos de propriedade intelectual (DPI) para o futuro da engenharia genética agrícola dentro das fronteiras do país está relacionada com dois fatores. Primeiro, a proteção dos DPI é essencial para os setores onde o custo de inovação é alto e o custo de imitação é relativamente baixo, como é o caso da engenharia genética. O processo de desenvolvimento de um cultivo geneticamente modificado, além de custoso, é longo e incerto. Já imitação é um procedimento relativamente fácil, uma vez que uma semente geneticamente modificada pode ser facilmente reproduzida (Dal Pôs et al., 2004; Rao, 2007, apud Borges, 2010).

O segundo fator é que grande parte do esforço para o desenvolvimento de cultivos geneticamente modificados está sendo feito por empresas privadas. Sem garantias de DPI, as empresas privadas poderão ter poucos incentivos para investir seus recursos no

desenvolvimento de novas tecnologias. Assim, dado que o setor privado está liderando o processo inovativo, a trajetória futura dos cultivos geneticamente modificados depende das políticas de direitos de propriedade intelectual.

Qaim et al. (2008) aponta que uma vez que a maioria das culturas Bt disponíveis têm sido comercializados pelo setor privado, a taxa de tecnologia é cobrada. Em alguns países, como os EUA, a taxa de tecnologia é cobrada separadamente, enquanto em muitos outros países, é diretamente incluída no preço da semente. Em qualquer caso, a taxa está associada com a venda de sementes, de modo que os custos das sementes para os agricultores que adotam a tecnologia Bt aumentam. A taxa de tecnologia (ou *markup*), que as empresas podem cobrar, depende do valor da tecnologia e o grau de poder de mercado no cenário nacional. Fortes direitos de propriedade intelectual (DPI) e/ou contratos de vendas de sementes especiais limitam a concorrência e reduzem as opções dos agricultores de guardar sementes. Isto é observado para o algodão Bt nos EUA, México e Argentina. Na Índia, os preços das sementes de algodão Bt também foram relativamente altos durante os primeiros anos de adoção, a despeito do fato de que lá a tecnologia não é patenteada. A razão é que na Índia são incorporados híbridos de algodão Bt. Assim, há uma restrição técnica para os agricultores de reproduzirem sementes, o que também aumenta os preços das empresas de sementes⁶.

Na China, a proteção dos DPI é fraca, e portanto, os custos das sementes Bt são relativamente baixos. Na África do Sul, a Monsanto implementa um sistema de discriminação de preços de sementes de algodão Bt: os pequenos agricultores das terras secas, que são dominantes na região de Makhathini Flats, pagam preços significativamente menores que os grandes agricultores (Gouse et al. 2004, apud Qaim, 2008).

Quando uma tecnologia não tem seus DPIs protegidos em um país, os criadores locais podem usá-lo sem uma licença. Um caso em questão é a China, onde as variedades de algodão Bt são produzidos e comercializados por várias estações locais de reprodução e empresas de sementes (Pray et al., 2006b, apud Qaim, 2008). Na Índia, o algodão Bt não é patenteado, mas entre 2002 e 2006, cada variedade Bt híbrida teve que ser aprovada pelo Comitê de Aprovação de Engenharia Genética (GEAC). Nos primeiros anos após a comercialização do algodão Bt na Índia, apenas três híbridos Bt tinham sido aprovados, que foram cultivadas em grandes áreas em diferentes regiões (Qaim et al., 2006). Estes três

⁶Como resultado dos altos preços nos mercados formal, um mercado negro para sementes mais baratas de algodão Bt sem rótulo surgiu na Índia. Vide Sadashivappa & Qaim (2009).

híbridos foram liberados pela Mahyco, sócia da Monsanto em uma *joint venture* local, cuja participação nos mercados de sementes de algodão aumentou significativamente através da incorporação do gene Bt (Qaim et al.,2008).

A maioria dos países onde as culturas geneticamente modificadas foram comercializados até agora têm um setor de criação relativamente forte, para que empresas estrangeiras de biotecnologia possam trabalhar em conjunto com empresas de sementes locais ou organizações públicas. A adoção destes cultivos em países em desenvolvimento mais pobres ainda é limitado. Qaim et al. (2008) aponta que a falta de capacidades de reprodução local pode ser um sério obstáculo para a transferência de tecnologia. O resultado poderia ser que, ou tecnologias novas não estarão disponíveis em todos estes países ou tecnologias estrangeiras serão usadas sem adaptação local. Ambos os resultados são altamente indesejáveis por razões econômicas, sociais e ambientais. Apoio a políticas públicas, inclusive da comunidade internacional, devem ser orientadas a reduzir relacionadas constrangimentos institucionais.

3.2.2 União Internacional para Proteção das Obtenções Vegetais (UPOV)

Na Europa, iniciou-se em 1950 o processo de implementação do sistema UPOV (*International Union for the Protection of New Varieties of Plants*), para proteger as inovações vegetais resultantes do melhoramento de plantas. O principal objetivo da UPOV é garantir a proteção das variedades de plantas ou o direito dos melhoristas (*plant breeder's right*). A UPOV tem cinco funções básicas: estabelecer as regras para a garantia da proteção (novidade, distinção, homogeneidade e estabilidade), o escopo mínimo de proteção, a duração mínima da proteção (20 anos), o número mínimo de gêneros e de espécies vegetais cujas variedades devem ser protegidas e as regras para as relações entre os Estados membros (Greengrass, 2000, apud Borges, 2010).

O Brasil aderiu à Convenção desse organismo em abril de 1999, em sua versão modificada de 1978, mais conhecida como a Ata de 1978 da UPOV.

Após 1978, a UPOV já aprovou uma nova modificação na sua Convenção, traduzida pela Ata de 1991, a qual estende o direito do obtentor até o produto da colheita comercial, ou seja, o grão que vai para a indústria ou para o consumo. Pela Ata de 1978, o direito do

obtentor só alcança o produtor de sementes, ou, não sendo produtor de sementes, o agricultor que tenta vender o seu material como material de plantio. Esta disposição, aliada à obrigatoriedade de estender a proteção a todo o reino vegetal, são as diferenças fundamentais entre as duas atas.

Como consequência da adesão à UPOV, estabeleceu-se a reciprocidade automática do Brasil com os demais países membros. A partir desse fato, todos os países que fazem parte da UPOV obrigam-se a proteger cultivares brasileiras e, em contrapartida, o Brasil também se obriga a proteger cultivares procedentes desses países, facilitando o intercâmbio de novos materiais gerados pela pesquisa brasileira e estrangeira (MAPA, 2010).

Vieira et al. (2010) aponta que um dos grandes problemas na regulamentação da propriedade intelectual refere-se à forma de proteção da biotecnologia vegetal: patentes ou cultivares. Em tese, existe uma área comum na regulamentação da propriedade intelectual, tanto na Lei de Propriedade Industrial (LPI) quanto na Lei de Proteção de Cultivares (LPC). Entretanto, o Brasil optou pela legislação *sui generis* de proteção de cultivares⁷, como base para a regulamentação da biotecnologia vegetal.

Vieira et al. (2010) aponta que no entanto, surgem problemas legais quanto à utilização de novas variedades de cultivares que foram desenvolvidas com produtos patenteados e depois protegidas pela LPC. Na doutrina, há o questionamento se patente e proteção, segundo o tratado da UPOV, podem conviver harmonicamente.

Barbosa (2003) alega que substituir o regime da UPOV pelo regime geral deve ser visto com restrição pelos analistas, pois no caso do regime UPOV, o direito não se estende ao produto resultante do objeto protegido e não se pagam *royalties* pelas frutas resultantes das sementes e mesmo a reprodução das sementes para uso próprio é admitida. Mas, no sistema de patentes, a proteção de um procedimento se estende aos produtos obtidos diretamente por ele, o que, no caso das plantas, pode ser entendido como abrangendo não só a primeira geração resultante do processo, mas também as ulteriores.

⁷Vieira et al. (2010) explica: *Segundo a Ata da UPOV/78, cada Estado da União pode reconhecer o direito do obtentor previsto pela Convenção, mediante a outorga de um título especial de proteção ou de uma patente. Porém, um Estado da União, cuja legislação nacional admita a proteção em ambas as formas, deverá aplicar apenas uma delas a um mesmo gênero ou a uma espécie botânica. A partir desta Ata, o Estados Membros da UPOV podem ser mais restritos em suas regulamentações nacionais, no que se refere à limitação a aplicabilidade da norma dentro de um gênero ou espécie botânica, nas variedades que detêm um sistema particular de reprodução e multiplicação, e inclusive, e possuem certa utilização final (art 2.2 UPOV/78).*

Entretanto, vários países têm aceitado a dupla ou múltipla proteção aos inventos vegetais, a exemplo dos Estados Unidos e da Argentina. A reavaliação e a rediscussão, conjuntamente, das convenções da UPOV, do sistema de proteção da propriedade intelectual de novas variedades vegetais, da legislação de proteção ao acesso aos recursos genéticos vegetais e da lei de patentes são de fundamental importância para que o país detenha um conjunto de normas adequadas para estimular a pesquisa nesta área.

De acordo com Zarrilli (2005), enquanto os países mais desenvolvidos consideram que o modelo fornecido pelo sistema UPOV de direitos dos produtores é o sistema *sui generis* mais adequado de proteger as variedades de plantas, os países em desenvolvimento desejam manter a flexibilidade na aplicação da legislação. O sistema UPOV produz um forte regime de DPI para variedades de plantas, principalmente voltados à reprodução industrial, o que pode não agradar a todos os países. Este sistema promove variedades selecionadas criadas para o sistema agrícola onde os agricultores têm de pagar *royalties* sobre as sementes, e o setor de sementes torna-se uma oportunidade de investimento para as indústrias química e de biotecnologia. A alternativa é que os países - especialmente aquelas caracterizadas pela agricultura de subsistência - para desenvolver suas próprias soluções com a legislação especial, protejam as variedades de plantas adequadas à sua situação.

3.2.3 O Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC)

Em 1997, o governo brasileiro promulgou a primeira legislação que garantiu os direitos dos obtentores de novas variedades vegetais, a Lei no 9.456, regulamentada pelo Decreto nº 2.366, de 5 de novembro de 1997 (MAPA, 2010). A Lei também criou, junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), a quem atribuiu a competência pela proteção de cultivares no país.

O SNPC é o órgão competente para a aplicação da lei e para acatar os pedidos de proteção de cultivares. Ele tem como missão garantir o livre exercício do direito de propriedade intelectual dos obtentores de novas combinações filogenéticas na forma de cultivares vegetais distintas, homogêneas e estáveis, zelando pelo interesse nacional no campo da proteção de cultivares. O órgão analisa pedidos de proteção de cultivares e concede certificados de proteção. A certificação de cultivares é importante estratégia de estímulo à

inovação e ao desenvolvimento tecnológico, que resguarda o conhecimento científico permitindo aos melhoristas de plantas, pessoas físicas ou instituições, a cobrança de *royalties* sobre as novas variedades comercializadas, ressarcindo os investimentos efetuados e motivando a continuidade do processo de pesquisa.

A distinção entre proteção e registro de cultivares deve ser explicada. A proteção, outorgada pelo SNPC, garante ao obtentor direitos de propriedade sobre a cultivar desenvolvida, permitindo a coleta de *royalties* sobre sua comercialização, como semente ou muda. Obtentores ou melhoristas vegetais são pesquisadores especializados em criar novas plantas com características especiais, a partir das existentes, utilizando cruzamento e seleção, entre outros métodos tradicionais e de engenharia genética. Já o registro é a inscrição da cultivar no cadastro de Registro Nacional de Cultivares (RNC), seja na produção, beneficiamento ou comercialização de sementes e mudas, inclusive as protegidas. A proteção estabelece a propriedade sobre a cultivar e o registro habilita as cultivares para comercialização.

Vieira et al. (2010) verificou no SNPC, um crescimento dos depósitos desde 2000 de cultivares transgênicas, concluindo que o Brasil está adotando um novo paradigma tecnológico e melhorando sua competitividade no setor agrícola. Entretanto, argumenta que mesmo com esses números, o país está longe do ideal, pois cada vez mais está se distanciando da fronteira do conhecimento por não fazer os devidos investimentos em P&D para evitar este distanciamento em comparação a outros países em desenvolvimento, a exemplo da China, e desenvolvidos, como os Estados Unidos.

Vieira et al. (2010) conclui, portanto, que em relação mais especificamente à proteção da propriedade intelectual de transgênicos, pode-se afirmar que a legislação brasileira, interpretada com rigor e consistência, somente permite a proteção prevista na Lei de Proteção de Cultivares, uma vez que a Lei de Propriedade Industrial proíbe o patenteamento do todo ou parte de seres vivos, incluindo-se aí as sequências genéticas e plantas. Os requisitos para proteção de cultivares transgênicas junto ao SNPC são, portanto, os mesmos para cultivares melhoradas tradicionalmente (a diferença está em questões de biossegurança, não de proteção intelectual), do mesmo modo que a UPOV também não faz distinção para a proteção a plantas transgênicas.

4 DISTRIBUIÇÃO DO EXCEDENTE ECONÔMICO DO ALGODÃO BT

Uma das preocupações frequentemente expressas pelos críticos da biotecnologia diz respeito à sua percepção de que, os desenvolvedores de produtos transgênicos - normalmente, mas não exclusivamente empresas do setor privado transnacional - são os principais beneficiários (ou únicos) da utilização de culturas transgênicas (James, 2002).

De acordo com Qaim et al. (2008), os DPI conferem um monopólio temporário ao inventor de uma nova tecnologia. Assim, concorrentes podem ser excluídos de seu uso, ou têm que pagar uma taxa de licença. A taxa é adicionada ao preço de mercado das sementes, e a receita extra é capturada pelo titular do DPI como um aluguel de inovação, que se destina a compensar os investimentos em P&D realizado. Especialmente no que diz respeito aos países em desenvolvimento, há preocupações de que taxas excessivas conduziram a preços de mercado muito elevados de sementes geneticamente modificadas, de modo que todos os benefícios do uso dessas sementes seriam capturados pelas empresas inovadoras. Isso poderia levar a uma exploração dos pequenos agricultores, com consequências sociais indesejáveis. Os DPIs na maioria dos países em desenvolvimento estão relativamente fracos, para que os agricultores sejam os principais beneficiários das culturas Bt e outras tecnologias geneticamente modificadas. Um reforço da proteção dos DPIs e de execução aumentaria os preços das sementes transgênicas, o que mudaria a distribuição dos benefícios. Isso, no entanto, seria pouco provável levar a uma exploração dos agricultores. Em vez disso, os preços excessivos das sementes GM constituiria um problema de acesso a tecnologia, porque os agricultores decidiriam não adotar (Qaim et al., 2008). Portanto, o nível adequado de proteção dos DPI tem de se adequar à situação específica de cada país, equilibrando os interesses dos agricultores por um lado, e os incentivos para investir em P&D no outro.

Uma licença exclusiva com apenas uma empresa de sementes, no entanto, pode potencialmente resultar em uma perda da biodiversidade agrícola, especialmente quando o traço GM é tão poderoso que os agricultores precisam adotá-lo mesmo quando ele não está incorporada variedades perfeitamente adaptado às suas condições. Isso também pode ser associado a uma reestruturação nos mercados de sementes.

Apesar da taxa tecnológica, os agricultores adotando as variedades de algodão Bt obtêm benefícios em termos de maior margem bruta média (Tabela 7). Isto é, as vantagens

econômicas associadas com economia de inseticida e maior produtividade compensam a taxa tecnológica cobrada pelas sementes. Os ganhos absolutos diferem notavelmente entre países e culturas. Além das diferenças agroecológicas e taxas de tecnologia desigual, diferentes resultados são parcialmente devidos a diferentes políticas agrícolas. Nos EUA, China e México, o setor algodoeiro é fortemente subsidiado, o que incentiva a produção intensiva e alto rendimento. Na Argentina, por outro lado, os agricultores não são subsidiados frente aos preços internacionais. Especialmente para algodão, em uma situação no mercado mundial onde os preços poderiam diminuir, isto corroeria os benefícios econômicos decorrentes de ganhos de rendimento tecnológico.

TABELA 7: Aumento no custo das sementes com a adoção do algodão Bt e o aumento na margem bruta

País	Aumento no Custo da Semente (US\$/ha)	Aumento na Margem Bruta (US\$/ha)
Argentina	87	23
China	32	470
Índia	56	11
México	58	295
África do Sul (peq. prop.)	23	52
África do Sul (gr. prop.)	47	29
EUA	79	58

Fonte: Qaim et al. (2008)

Qaim et al. (2008) também analisaram os Impactos da distribuição por tamanho de propriedade. A maioria das fazendas na Índia são pequenas: a dimensão média das terras dos adotantes de algodão Bt é de cerca de 5 ha. O trabalho mostrou que os benefícios agrícolas para os pequenos produtores são muito semelhantes aos dos proprietários de terras maiores.

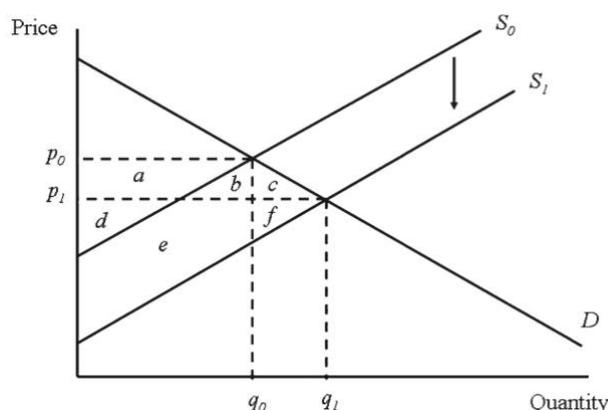
Qaim et al. (2008) aponta que apesar de mais pesquisas sobre os impactos do algodão Bt sobre a pobreza e a distribuição de renda sejam necessárias, as evidências disponíveis até o momento refutam a noção generalizada de que a tecnologia Bt, como tal, é enviesada contra os pequenos agricultores.

Efeitos econômicos do excedente

Impactos de mercado são importantes quando se analisam os resultados do bem-estar agregado de novas tecnologias, também conhecidos como excedente econômico. Sempre que novas tecnologias são adotadas em safras de maior escala, o aumento da produtividade fará

com que a curva de oferta destes produtos se desloque para baixo. Isso ocorre porque o custo marginal de produção diminui. Quando o preço é determinado pelo mercado, como é o caso das commodities, a curva de demanda tem inclinação negativa, a mudança na curva de oferta levará a um preço de equilíbrio mais baixo. Qaim et al. (2008) demonstraram isso na Figura 5, onde D representa a curva de demanda, S_0 e S_1 são as curvas de oferta antes e após a introdução da nova tecnologia, e p_0 e p_1 são os preços de equilíbrio inicial e final, respectivamente. Os consumidores claramente se beneficiaram com a redução de preço, e o ganho de excedente do consumidor pode ser calculado como sendo a área (a+b+c). Para os agricultores, a queda dos preços leva a uma perda, que, no entanto é geralmente menor do que seu ganho por meio da redução de custo marginal. A mudança no excedente do produtor pode ser calculada como sendo a área (e+f) menos a área a.

FIGURA 5: Impactos no mercado de novas tecnologias



Além dos efeitos sobre o excedente dos consumidores e dos produtores, as empresas que detêm a tecnologia irão capturar uma renda sobre inovação através da taxa tecnológica cobrada sobre as vendas de sementes.

Price et al. (2003) estimaram, que no final de 1990, o algodão Bt gerou um ganho de excedente econômico anual total de cerca de US\$ 164 milhões nos EUA, dos quais 37% foram capturados pelos agricultores, 18% pelos consumidores, e 45% pelas empresas inovadoras. Desde seu início, a adoção do algodão Bt nos EUA aumentou consideravelmente e, portanto, os ganhos de excedente absoluto são maiores hoje, mas a distribuição relativa do excedente ainda é semelhante. Para o algodão Bt na China, Pray et al. (2001) estimaram os ganhos do excedente econômico em cerca de US\$ 140 milhões em 1999, com apenas 1,5% indo para as empresas inovadoras e sendo o restante capturado pelos agricultores. A proteção

dos DPI na China é fraca, e o uso de sementes de algodão Bt é generalizado. Além disso, as variedades de algodão Bt do setor privado na China enfrentam a concorrência das variedades Bt desenvolvidas pelo setor público. Sob essas condições, é difícil para as empresas capturarem lucros sobre a inovação, uma vez que os agricultores são os principais beneficiários. Consumidores de algodão não se beneficiaram neste período, pois o governo controlou a saída para o mercado evitando assim uma diminuição no preço de equilíbrio. Recentemente os preços foram um pouco liberalizados para que os consumidores chineses também se beneficiem com tecnologia Bt para o algodão. Na Índia, agricultores capturam dois terços dos ganhos de excedente global, o resto reverte para as empresas de biotecnologia e sementes (Qaim et al., 2008).

Uma análise realizada por James (2001) da distribuição do excedente econômico do algodão Bt nos EUA, México e China está resumida na Tabela 8. Os dados da tabela mostram a distribuição dos benefícios para os diversos participantes associados ao cultivo do algodão Bt - agricultores, desenvolvedores de tecnologia, fornecedores de sementes, consumidores e a sociedade como um todo.

TABELA 8: Distribuição do excedente econômico no cultivo de algodão Bt

	EUA 1996^a	EUA 1997^b	EUA 1998^c	México 1997^d	México1998^d	China (Público) 1999^e	China (Privado) 1999^e
Agricultores	59%	42%	46%	61%	90%	83%	83%
Desenvolvedores	21%	35%	34%	31%	8%	-	12%
Fornecedores	5%	9%	9%	8%	2%	17%	5%
Consumidores	9%	7%	7%	-	-	-	-
Sociedade	6%	7%	4%	-	-	-	-
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: James (2001)

^aFalck-Zepeda et al., 2000b; ^bFalck-Zepeda et al., 2000a; ^cFalck-Zepeda et al., 1999; ^dTraxler et al., 2001; ^ePray et al., 2001; apud James (2002)

Na tabela acima estão resumidos sete estudos com algodão Bt, nos EUA em 1996, 1997 e 1998, México em 1997 e 1998, e da China em 1999, todos indicados em James (2002). O primeiro estudo indica que o excedente econômico total gerado através do uso do algodão Bt nos EUA em 1996, onde as vantagens econômicas relativas às diversas partes interessadas foram as seguintes: a maior parcela do excedente econômico foi para os agricultores (59%), os desenvolvedores da tecnologia (21%), os fornecedores de sementes (5%), consumidores (9%), com o saldo de 6% como excedente econômico para a sociedade como um todo. Note também que a parcela do excedente para o desenvolvedor de tecnologia e do fornecedor de

sementes é a receita bruta, com P&D de marketing e outros custos não deduzidos, enquanto a quota para os agricultores e os consumidores são ganhos líquidos. Esta subestima os ganhos relativos aos agricultores e consumidores em relação ao desenvolvedor de tecnologia e fornecedor de sementes.

O segundo estudo, também para os EUA em 1997 também mostra que os agricultores foram os maiores beneficiários contando com 42% contra 35% dos desenvolvedores de tecnologia. Da mesma forma, a pesquisa de 1998 mostra que os agricultores capturaram 46% e desenvolvedores de tecnologia 34%. Os dois estudos realizados no México em 1997 e 1998 também mostraram que os agricultores foram os maiores beneficiários capturando respectivamente 61% e 90% do superávit em 1997 e 1998, em comparação com 31% e 8% para os desenvolvedores de tecnologia. O estudo de 1999 para a China fornece informações sobre vantagens econômicas para os pequenos agricultores na aquisição de sementes a partir de duas fontes diferentes de desenvolvedores da tecnologia: uma é o setor público (CAAS) e outra o setor privado (Monsanto / Delta Pine Land). Neste caso, a participação dos agricultores foi de 83%.

Tendo em conta todos os estudos de caso vistos por James (2002) na distribuição de benefícios para as partes envolvidas no algodão Bt, em três países, não há nenhuma evidência para apoiar a percepção dos críticos da biotecnologia que afirmam que os desenvolvedores de corporações transnacionais dos transgênicos são os principais ou únicos beneficiários das culturas transgênicas. Tendo como base a Tabela 8, o que se vê é justamente o contrário: o resumo de benefícios relativos expressos como percentagem dos excedentes econômicos confirmam que não só eram agricultores beneficiários significativos em todos os estudos, mas também estão sempre entre os principais beneficiários, recebendo de 49 a 90% do excedente, em todos os sete estudos com uma percentagem média de dois terços (66%) do excedente econômico. Os estudos indicaram que as vantagens econômicas relativas dos agricultores não são diferentes em relação aos fornecedores. Ou seja, os benefícios são os mesmos quando se aplicam a produtos agrícolas convencionais e não são fortemente a favor dos desenvolvedores de cultivos transgênicos, como alguns críticos têm sugerido.

De forma similar, um outro estudo realizado por Frisvold et al. (2006) mostra as variações no bem-estar econômico para China e EUA. As mudanças no bem-estar no resto do mundo e na China foram calculadas como sendo a soma de mudanças na produção e excedente do consumidor. Para os EUA, a mudança no bem-estar foi medida como sendo a

soma das mudanças no excedente do produtor, no excedente do consumidor e a taxa cobrada pelo inovador monopolista aos produtores de semente nos EUA, menos a variação dos pagamentos do governo norte americano em programas de subsídio aos produtores de algodão (Tabela 9).

O excedente econômico mundial a partir da adoção do algodão Bt nos EUA e na China foi de US\$ 836 milhões em 2001. Produtores chineses capturaram 51% deste ganho com um aumento de US\$ 428 milhões no excedente do produtor, enquanto os consumidores chineses capturaram 20% do excedente econômico mundial, um aumento de US\$ 167 milhões em excedente do consumidor. O resto do mundo capturou 8% do ganho. Prejuízos aos produtores do resto do mundo foram resultados pela queda do preço mundial do algodão. Os produtores dos EUA capturaram US\$ 179 milhões e os consumidores \$ 48 milhões.

TABELA 9: Efeitos no bem-estar com a adoção do algodão Bt nos EUA e na China (2001)

Variação (milhões de US\$)		Adoção		
		Apenas EUA	Apenas China	EUA e China
Resto do mundo	Excedente do consumidor	217	201	418
	Excedente do produtor	-181	-168	-349
	Bem-estar	36	33	69
China	Excedente do consumidor	87	81	167
	Excedente do produtor	-84	514	428
	Bem-estar	3	595	595
Estados Unidos	Excedente do consumidor	25	23	48
	Excedente do produtor	164	14	179
	Gastos do governo	134	63	198
	Lucro dos fornecedores de sementes	143	0	143
	Bem-estar	198	-26	172
Bem-estar global		237	602	836

Fonte: Frisvold et al. (2006)

O programa de subsídio do governo norte americano protegeu os produtores do impacto causado pela queda dos preços no mercado mundial, porém a um custo orçamental. Sob a adoção conjunta entre EUA e China, o excedente do produtor nos EUA teria diminuído se não fosse pelo pagamento de subsídios, na ordem de US\$ 198 milhões. Observando a Tabela 9, quando somente os EUA adotam o algodão Bt, os pagamentos do programa de subsídios representam 82% dos ganhos do excedente do produtor.

Os EUA capturaram 21% do aumento do excedente econômico mundial, com 17% deste indo para os fornecedores de sementes, na forma de lucro. Ganhos relativos na China foram maiores, em parte, porque a China iniciou a adoção do algodão Bt ainda com uma base de controle de pragas menos eficaz (Frisvold et al., 2006). Esta adoção levou a um aumento maior de rendimento e reduções maiores nos custos de controle de insetos na China do que nos EUA.

A Tabela 9 também destaca as consequências de ficar para trás tecnologicamente. Se o algodão Bt fosse adotado exclusivamente na China, mas não nos EUA, as exportações cairiam e o bem-estar reduziria em US\$ 26 milhões em um patamar de não adoção. Se o algodão Bt fosse adotado nos Estados Unidos, mas não a China, o bem-estar na China iria aumentar apenas em US\$ 3 milhões, em vez dos US\$ 595 milhões dólares com a adoção conjunta. Com a adoção apenas nos EUA, o excedente do produtor na China cairia em US\$ 84 milhões. Estes resultados apontam para a conclusão de que os custos em não adotar o algodão Bt na África podem ser bastante significativos (Frisvold et al., 2006)

Sob adoção conjunta, os produtores do resto do mundo estão em pior situação com variação negativa em US\$349 milhões. Os produtores do resto do mundo foram quase totalmente não adotantes de algodão Bt em 2001. Ao contrário dos que adotaram na China e nos EUA, os produtores do resto do mundo não beneficiam de maiores rendimentos e menores custos por quilo de produção. Neste caso, os produtores foram prejudicados pela queda do preço mundial do algodão.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho analisou algumas questões na adoção de culturas Bt, incluindo efeitos agrônômicos e socioeconômicos, e as implicações institucionais. Os estudos mostraram que em média, o algodão Bt tem reduzido significativamente as aplicações de inseticidas e as perdas relacionadas às pragas, resultando em maior rendimento. Efeitos na produtividade tendem a ser maiores nos países em desenvolvimento, especialmente nos tropicais, onde os níveis de infestação de pragas são muitas vezes mais graves do que em climas temperados, e onde os agricultores nem sempre efetuam o controle de pragas de forma eficaz com uso de pesticidas devido a várias restrições.

Os benefícios da tecnologia Bt para os agricultores vêm acompanhado com o aumento do custo dos preços das sementes. A magnitude da taxa tecnológica cobrada por empresas privadas de sementes geneticamente modificadas depende da força de proteção e de execução dos DPI em um país. No geral, o custo adicional é menor do que os benefícios, permitindo que os agricultores realizem ganhos substanciais na margem bruta e renda. No entanto, dada a variabilidade sazonal e regional sobre os impactos, há também casos em que agricultores individuais não se beneficiaram em um ano particular. Agricultores decepcionados tendem a parar de usar a tecnologia no ano seguinte, mas o rápido aumento na adoção geral indica que a maioria está satisfeita com a tecnologia Bt. Estudos do excedente econômico mostram que os efeitos no bem-estar agregado para a sociedade são grandes e crescentes com os níveis de adoção. Os estudos apresentados neste trabalho para os casos indiano, chinês e norte-americano indicaram que o algodão Bt produziu ganhos de bem estar com os agricultores capturando a maior parcela. Também na os pequenos agricultores são os principais beneficiários do algodão Bt. Nos países desenvolvidos, com proteção dos DPI mais intensa, uma parcela maior dos ganhos globais são capturados pelas empresas de biotecnologia, mas os produtores agrícolas e os consumidores continuam a beneficiar.

Estes exemplos demonstram que as culturas Bt podem gerar ganhos consideráveis do excedente econômico e que os efeitos de distribuição dependerá da situação particular. Nos países em desenvolvimento, os agricultores e às vezes também os consumidores parecem ser os principais beneficiários das culturas Bt. Nos países desenvolvidos, as ações para o benefício do setor privado são, em parte um pouco maior, por causa de uma proteção mais

eficaz dos DPI. Mas mesmo assim, a maioria dos agricultores percebem efeitos positivos significativos sobre o bem-estar.

Os custos e os benefícios da biossegurança e as regulamentações dos DPI têm sido discutidas. Tais questões institucionais podem ter implicações importantes para o acesso à tecnologia, à distribuição de benefícios, às estruturas do mercado de sementes e à biodiversidade agrícola. Uma regulamentação adequada é necessária para a gestão da tecnologia sustentável, mas a regulamentação excessiva pode também resultar em perdas de eficiência significativas. Além disso, mais pesquisas são necessárias para identificar as opções de como reduzir os custos de regulamentação, sem os efeitos colaterais indesejados.

Os seis principais países produtores, China, Índia, EUA, Paquistão, Austrália e Brasil capturam de mais de 85% dos benefícios potenciais globais (James, 2002). Quatro dos seis países, China, Índia, Austrália e EUA, já estão se beneficiando do algodão Bt, enquanto o Paquistão e Brasil representam significativos ganhos inexplorados.

Além dos efeitos diretos na economia, as culturas Bt podem trazer benefícios ambientais e de saúde. Menores taxas de aplicação de inseticida pode reduzir a exposição dos agricultores a produtos químicos tóxicos durante as aplicações, bem como a contaminação ambiental e os resíduos de pesticidas em alimentos. Tais benefícios são maiores em países em desenvolvimento do que nos desenvolvidos, devido aos padrões ambientais e de saúde menos severos.

A consolidação da transgenia como um paradigma dominante dependerá também de uma ampla aceitação por parte dos grandes mercados consumidores, bem como das trajetórias tecnológicas adotadas no melhoramento genético (transgênico e convencional) com o propósito de garantir maior eficiência de produção e melhor qualidade dos produtos. Enquanto houver barreiras institucionais significativas ao consumo de transgênicos, o mais provável é que se estabeleça uma coexistência de paradigmas alternativos de produção.

Para o caso brasileiro, onde a cultura do algodoeiro é impulsionado pelas condições de clima favorável e terras planas da região de cerrado permitindo a mecanização total da lavoura e, sobretudo, pelo uso intensivo de tecnologias modernas, o sucesso efetivo da implementação das variedades Bt, ocasionando a redução dos gastos com inseticidas, e implicando em uma redução no custo variável de produção, dependerão do quanto são gastos com inseticidas, ou seja, a

participação que este item tem nos custos do produtor. Quanto maior a incidência de pragas, - o Brasil possui incidência média - maiores serão as vantagens da variedade geneticamente modificadas resistente a insetos. Assim, o algodão Bt, dependendo do preço das sementes modificadas, poderá contribuir para uma redução de custo de produção, dado que o agricultor deixará de gastar com inseticidas.

No entanto, dada a variabilidade sazonal e regional sobre os impactos, há também casos em que agricultores individuais não se beneficiaram em um ano particular. Ou seja, dado às variações climáticas, os produtores podem não se beneficiar, pois o custo da tecnologia pode ser superior ao rendimento quando se tem uma safra com baixa produtividade (devido à estiagem ou chuvas) ou com preços internacionais declinantes. Portanto se faz necessário analisar a variabilidade dessas ocorrências no decorrer dos anos.

O Brasil ainda possui significativos ganhos inexplorados, por conta principalmente da recente introdução e o atraso em relação a outros países produtores no que diz respeito a aprovação de variedades geneticamente modificadas. Porém, a que tudo indica, o uso de algodão transgênico ocasionará ganhos de excedente por parte dos consumidores, com redução de preços; ganhos também por parte dos produtores, com a redução do custo nas aplicações de pesticidas, reduzindo o custo variável, e ganhos não econômicos como a facilidade do manejo; bem como ganhos gerais para a sociedade e as empresas desenvolvedoras e fornecedoras de sementes, baseado no que indicou os estudos para outros países, apresentados nesse trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALI, S. M. A., RAMANJANEYULU, G. V., KURUGANTI, K. (2005) Bt Cotton Vs. Non-Pesticidal Management of Cotton ó Findings of a study done by Centre for Sustainable Agriculture (Centre for Sustainable Agriculture, Secunderabad). Study of Bt cotton cultivation during the 2004-2005 season in Andhra Pradesh. Disponível em: <http://www.grain.org/btcotton/?id=281>
- BARBOSA, D. B. (2003) Uma introdução à propriedade intelectual. Rio de Janeiro: Lumen Júris.
- BORGES, I. C. (2010) Os desafios da engenharia genética na agricultura: percepções de risco e políticas regulatórias. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas) ó Instituto de Economia, UNICAMP, Campinas-SP.
- CARVALHO, N. M., NAKAGAWA, J. (1980) Sementes: ciência, tecnologia e produção. Campinas, Fundação Cargill.
- CONAB ó Companhia Nacional de Abastecimento. (2010) Acompanhamento da Safra Brasileira. Grãos. Safra 2009/2010. Sexto Levantamento. Março. Disponível em: www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/6graos_09.03.10.pdf
- EMBRAPA (2009) ó Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Algodão Bt. Disponível em: www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=bioss:::23
- FERNANDEZ, J., MCBRIDE, W. (2002) Adoption of bioengineered crops. Agricultural Economic Report, N. 810. Washington: USDA.
- FREIRE, E. C., FARIAS, F. J. C., WATANABE, P. A., AGUIAR, P. H. (1999) Produção de sementes. In: Mato Grosso: Liderança e Competitividade; Rondonópolis: Fundação MT; Campina Grande: Embrapa-CNPA. (Fundação MT. Boletim 3).
- FRISVOLD, G., REEVES, J.M., TRONSTAD, R. (2006) Bt Cotton Adoption in the United States and China: International Trade and Welfare Effects. AgBioForum, 69-78.

GRAIN - Genetic Resource Action International. (2001) Bt Cotton through the back door, Seedling, Volume 18, Issue 4, December, GRAIN Publications, 2001. Disponível em: www.grain.org/seedling/?id=151

IBGE ó Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. (2011) Produção Agrícola Municipal (PAM). Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PA&z=t&o=11

ISAAA - International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. (2009) A situação global das lavouras transgênicas. Relatório 2009.

JAMES, C. (2001) Global Review of Commercialized Transgenic Crops: 2000. ISAAA Briefs No. 23. ISAAA, Ithaca, NY.

JAMES, C. (2002) Global Review of Commercialized Transgenic Crops: 2001 Feature: Bt Cotton. ISAAA Briefs No. 26. ISAAA, Ithaca, NY.

JAMES, C. (2010) Situação Global das Lavouras Biotecnológicas/GM Comercializadas: 2009. Brief 41 ISAAA.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2010) Informações aos Usuários de Proteção de Cultivares - "Carta de Serviços ao Cidadão" (nos termos do Decreto no 6.932/2009).

MONSANTO ó Manejo do Algodão Bt. Disponível em: www.monsanto.com.br/institucional/publicacoes/materiais_biotechnologia/pdf/Manejo_AlgodaoBT.pdf

PRAY, C. E., HUANG, J., HU, R., ROZELLE, S. (2002) Five years of Bt cotton in China ó the benefits continue. Disponível em: wwwdata.forestry.oregonstate.edu/orb/pdf/Pray.2002.pdf

PRAY, C.E., MA, D., HUANG, J., QIAO, F. (2001) Impact of Bt cotton in China. World Development 29: 813-825.

PRICE, G.K., LIN, W., FALCK-ZEPEDA, J.B., FERNANDEZ-CORNEJO, J.(2003) The Size and Distribution of Market Benefits from Adopting Agricultural Biotechnology.

Technical Bulletin No. 1906, United States Department of Agriculture, Washington, DC, USA.

- QAIM, M., PRAY, C.E., ZILBERMAN, D. (2008) Economic and social considerations in the adoption of Bt crops. In J. Romeis, A. Shelton, & G. Kennedy (Eds.), *Integration of insect-resistant genetically modified crops within IPM programs* (pp. 329-356). New York: Springer.
- QAIM, M., SUBRAMANIAN, A., NAIK, G., ZILBERMAN, D. (2006) Adoption of Bt cotton and impact variability: Insights from India. *Review of Agricultural Economics*, 28(1), 48-58.
- QAIM, M., ZILBERMAN, D. (2003) Yield effects of genetically modified crops in Developing Countries. *Science*, 299
- RAMOS, S. F. (2006) Cadeia de produção do algodão e o atual cenário internacional. In *Análises e Indicadores do Agronegócio*, vol. 1, n. 5, maio/2006. Disponível em: www.iaea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=5715
- SADASHIVAPPA, P., M. QAIM. (2009) Bt Cotton in India: Development of Benefits and the Role of Government Seed Price Interventions. *AgBioForum*, Vol. 12, No. 2, pp. 172-183.
- SILVEIRA, J.M.F.J. (2009) A agroindústria no Sistema de Biotecnologia e de Inovação tecnológica. in Zibetti e Barroso (2009), *Agroindústria: uma análise no Contexto Socioeconômico e Jurídico Brasileiro*. 1ª ed. EUD. cap 7, p125-139.
- SILVEIRA, J.M.F.J., BORGES, I.C., BUAINAIN, A.M. (2005) Biotecnologia e agricultura da ciência e tecnologia aos impactos da inovação. In: *São Paulo em perspectiva*, v. 19, n. 2, p.101-114, abr./jun.
- TRAXLER, G. (2000) Challenges Facing Plant Biotechnology in Latin America. Presentation at the Inter-American Development Bank, Washington, DC.
- VIEIRA, A. C. P., BUAINAIN, A. M., DAL POZ, M. E., VIEIRA JUNIOR, P. A. (2010) Patenteamento da biotecnologia no setor agrícola no Brasil: uma análise crítica. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 323-354, jul./dez.

ZARRILLI, S.(2005) International Trade in GMOs and GM Products: National and Multilateral Legal Frameworks. In: Policy issues in international trade and commodities study series no. 29, UNCTAD.