



**BRUNO CESAR BRITO MIYAMOTO**

**Determinantes da adoção de variedades de algodão  
geneticamente modificado por pequenos produtores**

**Campinas  
2014**





**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**INSTITUTO DE ECONOMIA**

**BRUNO CESAR BRITO MIYAMOTO**

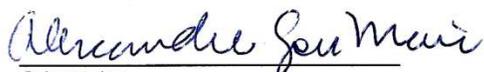
**Determinantes da adoção de variedades de algodão  
geneticamente modificado por pequenos produtores**

**Prof. Dr. Alexandre Gori Maia – orientador**

**Prof. Dr. Marcelo Marques de Magalhães – co-orientador**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, área de concentração: Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Econômico, área de concentração: Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL  
DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO BRUNO  
CESAR BRITO MIYAMOTO ORIENTADA PELO PROF.  
DR. ALEXANDRE GORI MAIA.

  
Orientador

**CAMPINAS**  
**2014**

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca do Instituto de Economia  
Mirian Clavico Alves - CRB 8/8708

M699d Miyamoto, Bruno Cesar Brito, 1988-  
Determinantes da adoção de variedades de algodão geneticamente  
modificado por pequenos produtores / Bruno Cesar Brito Miyamoto. – Campinas,  
SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Alexandre Gori Maia.  
Coorientador: Marcelo Marques de Magalhães.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de  
Economia.

1. Algodão. 2. Organismos transgênicos. 3. Sistemas locais de produção. 4.  
Inovações tecnológicas. I. Maia, Alexandre Gori, 1972-. II. Magalhães, Marcelo  
Marques de, 1970-. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de  
Economia. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Determinants of genetically modified cotton adoption by smallholders

**Palavras-chave em inglês:**

Cotton

Transgenic seeds

Local production systems

Technological innovations

**Área de concentração:** Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente

**Titulação:** Mestre em Desenvolvimento Econômico

**Banca examinadora:**

Alexandre Gori Maia [Orientador]

José Maria Ferreira Jardim da Silveira

Divina Aparecida Leonel Lunas Lima

**Data de defesa:** 27-02-2014

**Programa de Pós-Graduação:** Desenvolvimento Econômico



## DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**BRUNO CESAR BRITO MIYAMOTO**

# **Determinantes da adoção de variedades de algodão geneticamente modificado por pequenos produtores**

**Defendida em 27/02/2014**

**COMISSÃO JULGADORA**

A handwritten signature in black ink, reading "Alexandre Gori Maia".

**Prof. Dr. ALEXANDRE GORI MAIA**  
Instituto de Economia / UNICAMP

A handwritten signature in blue ink, reading "José Maria Ferreira Jardim da Silveira".

**Prof. Dr. JOSÉ MARIA FERREIRA JARDIM DA SILVEIRA**  
Instituto de Economia / UNICAMP

A handwritten signature in black ink, reading "Divina Aparecida Leonel Lunas Lima".

**Profa. Dra. DIVINA APARECIDA LEONEL LUNAS LIMA**  
Universidade Estadual de Goiás/UEG



*“A teima das instituições envelhecidas em quererem perpetuar-se, assemelha-se à obstinação do perfume rançoso que nos reclamasse os cabelos, à pretensão do peixe podre que quisesse ser comido, à perseguição da roupa de criança que quisesse vestir o homem, à ternura dos cadáveres que voltassem a abraçar os vivos.*

*Ingratos! Diz a roupa. Protegi-vos do mau tempo e não quereis saber de mim!*

*Porquê? Venho do alto mar, diz o peixe. Fui a rosa, diz o perfume. Eu amei-vos, diz o cadáver. Fui eu que vos civilizei, diz o convento.*

*A isto uma única resposta: Noutro tempo.”*

Victor Hugo in **Os Miseráveis** (1862)



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer aos meus pais Júlio e Nair pelo apoio incondicional ao longo desta jornada. Agradeço ao Professor Alexandre Gori Maia pela dedicação em orientar esta dissertação e ao Professor Marcelo Marques de Magalhães pela co-orientação. Agradeço ao Professor José Maria Ferreira Jardim da Silveira pela colaboração na elaboração do projeto de dissertação e por me inserir em projetos de pesquisa que foram imprescindíveis para a conclusão deste trabalho.

Pelo companheirismo, pela amizade e pelas conversas enriquecedoras nos corredores do Instituto de Economia, agradeço aos amigos Affonso Libera, Armando Fornazier, Camila Sakamoto, Carolina Bueno, Caroline Pereira, Elyson de Souza, Fábio Masago, Fernanda Fernandes, Gabriela Eusebio, Jaim Junior, Jamile Coleti, Josilene Ramos, Marcelo Messias, Patrícia Andrade, Paulo Oliveira, Roney Fraga, Thales Penha e Shirlei Ediene.

Agradeço também aos companheiros de República Danilo Beli, Vinícius Libanori, Alex Oliveira, Ed Carlos Rocha, Rafael Yuba, Danilo Oliveira, Lucas Silva, Felipe Facchini pela amizade do dia a dia e pelo apoio nos momentos mais difíceis.

Por fim gostaria de agradecer a Plataforma BIOTECSUR, ao Projeto LAC Biosafety e ao *International Development Research Centre (IRDC)* pelo financiamento aos projetos que foram utilizados como base para a elaboração dessa dissertação e a CAPES pela bolsa de mestrado.



## RESUMO

MIYAMOTO, B. C. B. (2014). Determinantes da adoção de variedades de algodão geneticamente modificado por pequenos produtores. Campinas: IE/UNICAMP.

A maior parte do algodão brasileiro é produzida em propriedades com área superior a mil hectares. Contudo, a cotonicultura ainda desempenha um papel importante na definição das condições socioeconômicas dos pequenos produtores, inseridos, majoritariamente, nas regiões menos desenvolvidas do Brasil, como o semiárido nordestino e o norte do estado de Minas Gerais. Nessas áreas, a pequena produção ainda persiste cultivando sementes de algodão branco, algodão colorido ou algodão geneticamente modificado utilizando sistemas de produção orgânico ou convencional. Ao contribuir para a redução de riscos e para o aumento de produtividade entre pequenos produtores, a adoção de sementes transgênicas de algodão vem sendo considerada como um elemento importante para atenuar as extremas desigualdades de desempenho entre a grande e a pequena cotonicultura. O objetivo central deste trabalho é identificar as características sociais, econômicas e produtivas que determinam a adoção de sementes transgênicas e de outros tipos de sementes, ou sistemas de produção, por pequenos produtores de algodão. Foi dada atenção especial às características que diferenciam os produtores de algodão transgênico – Bt e RR – e algodão não transgênico – colorido, orgânico e branco convencional. Para cumprir o objetivo central foram analisadas as preferências reveladas e declaradas de pequenos produtores utilizando dados obtidos de 175 questionários aplicados nos estados da Bahia, Paraíba, Rio Grande do Norte, Minas Gerais e Goiás. A relação entre as preferências reveladas dos produtores pela semente ou sistema de produção e as múltiplas categorias de respostas qualitativas do questionário pôde ser melhor compreendida com o emprego da técnica de Análise de Correspondência Múltipla. Já as preferências declaradas dos produtores em relação ao seu sistema de produção foram avaliadas por meio da Análise Conjunta. Os resultados do trabalho mostram, em primeiro lugar, que as preferências reveladas dos produtores expressam tanto as suas vantagens tecnológicas quanto o contexto socioeconômico no qual estão inseridos. Em segundo lugar, os resultados da Análise Conjunta mostram que os pequenos produtores de algodão, ao atribuírem maior valor de utilidade às sementes ou sistemas de produção que já adotam, apresentam uma elevada aversão a mudança.

**Palavras-chave:** algodão, organismos transgênicos, sistemas locais de produção, inovação tecnológica.



## ABSTRACT

MIYAMOTO, B. C. B. (2014). Determinants of genetically modified cotton adoption by smallholders. Campinas: IE/UNICAMP.

Most of Brazilian cotton is produced in farms with an area bigger than one thousand hectares. However, cotton production still plays an important role in defining the socioeconomic conditions of smallholders that are mostly located in less developed regions of Brazil, as the semi-arid northeast and the north of Minas Gerais state. In these areas, small producers persists cultivating seeds of white cotton, colored cotton or genetically modified cotton using organic or conventional production systems. By helping to reduce risk and increase productivity among small farmers, adoption of transgenic cotton seeds has been considered as an important element to soften the extreme inequalities in performance between large and small cotton producers. The main objective of this work is to identify the social, economic and productive characteristics that determine the adoption of GM seeds and other seeds, or production systems, by small cotton producers. Special attention was given to characteristics which differentiate the producers of transgenic cotton - Bt and RR - and non-transgenic cotton - colored, organic and conventional white. To achieve the main objective of this study, the revealed and stated preferences of smallholders were analyzed using data obtained from 175 questionnaires applied in the states of Bahia , Paraíba , Rio Grande do Norte , Minas Gerais and Goiás. The relationship between the revealed preference of the producers for the seeds or production system and the multiple categories of qualitative responses of the questionnaire was better understood with the use of Multiple Correspondence Analysis. The stated preferences of producers in relation to its production system were evaluated by the Conjoint Analysis. The results of the study show, first, that the revealed preferences of producers express both their technological advantages as their socioeconomic context. Secondly, the results of the Conjoint Analysis show that small cotton producers assign greater utility to seeds or production systems that they already adopt and therefore have a high resistance to change.

**Keywords:** cotton, transgenic seeds, local production systems, technological innovation.



## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Distribuição espacial da quantidade produzida (círculos, em toneladas) e da produtividade (cores, em toneladas/hectare) de algodão – Brasil, 2010

11



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Índice para área plantada e quantidade produzida do algodão no Brasil (1990=100) _____	12
Gráfico 2 – Evolução da participação das principais regiões produtoras brasileiras na produção de algodão. _____	13
Gráfico 3 – Evolução da participação de Mato Grosso e Bahia na produção brasileira de algodão. _____	14
Gráfico 4 – Evolução da área plantada de algodão em caroço das principais regiões produtoras brasileiras (em mil hectares). _____	15
Gráfico 5 – Evolução da produtividade média do algodão em caroço nas principais regiões produtoras do Brasil (em quilogramas por hectare). _____	16
Gráfico 6 – Distribuição das categorias de análise nas três principais dimensões da ACM _	57



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição dos estabelecimentos, da quantidade produzida e da produtividade segundo tamanho do estabelecimento. _____	17
Tabela 2: Eventos transgênicos aprovados para comercialização no Brasil _____	37
Tabela 3 – Descrição das variáveis do questionário e frequências observadas na amostra __	50
Tabela 4 – Estimativas de máxima verossimilhança para o modelo logit de classificação ordenada _____	61



# SUMÁRIO

<b><u>AGRADECIMENTOS</u></b>	<b><u>IX</u></b>
<b><u>INTRODUÇÃO</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>CAPÍTULO 1 – A COTONICULTURA NO BRASIL</u></b>	<b><u>3</u></b>
1.1) INTRODUÇÃO	3
1.2) UM BREVE HISTÓRICO DO CULTIVO DO ALGODÃO NO BRASIL	4
1.3) O CULTIVO DO ALGODÃO NO BRASIL NOS ANOS RECENTES	10
1.3.1) PRODUÇÃO, ÁREA PLANTADA E PRODUTIVIDADE	10
1.3.2) NOVAS FORMAS DE INSERÇÃO DE PEQUENOS PRODUTORES NA COTONICULTURA	16
1.3.2.1) Algodão colorido	18
1.3.2.2) Algodão Agroecológico	19
1.3.2.3) Algodão Transgênico	22
1.4) <b><u>CONCLUSÃO</u></b>	<b><u>26</u></b>
<b><u>CAPÍTULO 2 – AS SEMENTES GENETICAMENTE MODIFICADAS</u></b>	<b><u>28</u></b>
2.1) INTRODUÇÃO	28
2.2) BIOTECNOLOGIA, PEQUENA PRODUÇÃO E REDUÇÃO DA POBREZA	29
2.3) A DIFUSÃO DO ALGODÃO GM NO BRASIL	36
2.4) IMPACTOS ECONÔMICOS DAS SEMENTES TRANSGÊNICAS DE ALGODÃO	39
2.5) ADOÇÃO DE SEMENTES TRANSGÊNICAS NA AGRICULTURA	43
2.6) CONCLUSÃO	46
<b><u>CAPÍTULO 3 – DETERMINANTE À ESCOLHA DE SEMENTES TRANSGÊNICAS POR PEQUENOS PRODUTORES DE ALGODÃO</u></b>	<b><u>48</u></b>
3.1) INTRODUÇÃO	48
3.2) ANÁLISE DAS PREFERÊNCIAS REVELADAS E DECLARADAS DE PEQUENOS PRODUTORES DE ALGODÃO PELO TIPO DE SEMENTE OU SISTEMA DE CULTIVO	49
3.2.1) MATERIAL E MÉTODOS	49
3.2.1.1) Características da amostra	50
3.2.1.2) Preferências Reveladas: Análise de Correspondência Múltipla	51
3.2.1.3) Preferências Declaradas: Análise Conjunta	52
3.2.2) RESULTADOS	54

3.2.2.1) Caracterização dos produtores	54
3.2.2.2) Padrões de associação	56
3.2.2.3) Análise das preferências declaradas	59
<b>3.3) CONCLUSÕES</b>	<b>62</b>
<b><u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u></b>	<b><u>65</u></b>
<b><u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u></b>	<b><u>68</u></b>
<b><u>APÊNDICES</u></b>	<b><u>73</u></b>

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o desempenho produtivo da cotonicultura do Cerrado colocou o Brasil entre os maiores produtores e exportadores mundiais de algodão. Em 2011, o país produziu 1,9 milhões de toneladas de pluma e exportou cerca de 20% da produção. O modelo produtivo intensivo em tecnologia praticado em grandes propriedades do Cerrado pouco preservou das características dos modelos produtivos praticados nas regiões que anteriormente determinavam a dinâmica da produção.

Até o final da década de 80 a produção brasileira de algodão se concentrava nas regiões Nordeste e Meridional (Paraná e São Paulo). Os modelos produtivos praticados nessas regiões apresentavam similaridades como cultivo do algodão em pequenas propriedades, utilização intensiva de mão-de-obra, uso intensivo da terra e baixa produtividade do trabalho.

Com desestruturação da cotonicultura nordestina e Meridional e com o deslocamento da atividade para o Cerrado, houve uma redução da participação de pequenos produtores na produção nacional. No novo contexto, a permanência desses produtores na atividade depende da inserção em nichos de mercado ou da capacidade de adaptar tecnologias desenvolvidas para grandes cotonicultores, como vêm ocorrendo com pequenos produtores de transgênicos inseridos no norte de Minas Gerais.

A capacidade da transgenia em beneficiar a pequena produção e reduzir a pobreza, por efeitos diretos e indiretos, tem sido discutida em um conjunto de trabalhos da literatura. Na Índia, na China e na África do Sul a adoção de sementes transgênicas de algodão Bt vem beneficiando pequenos produtores. No caso da cotonicultura indiana, a adoção de sementes Bt vem proporcionando maiores lucros aos produtores e aumento do número de empregos na colheita.

O caso exitoso da adoção do algodão Bt por pequenos desmistifica a crença de que os benefícios dos eventos transgênicos disponíveis no mercado, só podem ser apropriados por grandes produtores intensivos em capital. Além disso, a adoção de sementes Bt por pequenos produtores impõe limites à interpretação dos resultados dos trabalhos sobre adoção tecnológica que relacionam positivamente o tamanho da propriedade à adoção de sementes transgênicas.

Uma questão central na adoção de sementes geneticamente modificadas é o valor cobrado pela tecnologia. Muitos produtores veem a taxa tecnológica cobrada pelas empresas detentoras

dos eventos transgênicos como um fator limitante à adoção e argumentam que essas empresas estariam se apropriando dos benefícios econômicos proporcionados pela semente transgênica. Uma taxa tecnológica muito elevada limita a adoção de sementes transgênicas, principalmente entre os pequenos produtores, estimulando a reprodução ilegal das mesmas. O objetivo central deste trabalho é identificar quais são as características sociais, econômicas e produtivas que determinam a adoção de sementes transgênicas e de outros tipos de sementes, bem como sistemas de produção, por pequenos produtores de algodão. Especificamente, analisam-se as características que definem a adoção presente de sementes de algodão (preferências reveladas) e os determinantes da propensão à adoção de novas variedades de sementes (preferências declaradas).

Para atender ao objetivo central, o texto foi dividido em quatro capítulos. O primeiro capítulo apresenta um panorama geral da produção de algodão no Brasil. Destacam-se os modelos de produção característicos das principais regiões produtoras ao longo do século XX e as desigualdades que surgiram entre a pequena e a grande cotonicultura após o deslocamento da produção para os estados do Centro-Oeste. Também são relatadas novas formas de inserção de pequenos produtores na cotonicultura: algodão colorido, algodão agroecológico e algodão transgênico.

O segundo capítulo discute o potencial da biotecnologia em proporcionar benefícios à pequena produção, com atenção especial dada ao cultivo do algodão geneticamente modificado. Além disso, foi abordado o processo de difusão das sementes transgênicas de algodão no Brasil e os impactos gerados pela adoção dessas sementes em alguns países produtores. Por fim, foi realizada uma breve revisão da literatura com o objetivo de verificar os fatores determinantes à adoção de sementes transgênicas.

No terceiro capítulo foram analisadas as preferências reveladas e declaradas de pequenos produtores de algodão a partir de dados primários obtidos nas principais regiões produtoras brasileiras. Foram identificadas as características sociais, econômicas e produtivas que diferenciam os produtores de algodão transgênico - Bt e RR - e algodão não transgênico - colorido, orgânico e branco convencional. Ao final do capítulo, foi estimada a utilidade dos pequenos produtores por variedades transgênicas de algodão e por outras sementes ou sistemas produtivos.

# CAPÍTULO 1 – A COTONICULTURA NO BRASIL

## 1.1) Introdução

Atualmente, o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de pluma de algodão do mundo. Na região de Cerrado, do Centro-Oeste e do Nordeste, o algodão é produzido em extensas propriedades que muitas vezes superam os 2500 hectares com a utilização das mais modernas tecnologias produtivas. Além disso, esses produtores logram de uma inserção exitosa em cadeias produtivas e no mercado externo.

Esse modelo de exploração intensivo em capital, pouco ou nada preservou dos padrões produtivos que existiam nas duas regiões que anteriormente determinavam a dinâmica da cotonicultura nacional: semiárido nordestino e região Meridional (São Paulo e Paraná). Mesmo que apresentassem diferenças quanto às plantas cultivadas, algodão arbóreo na primeira e herbáceo na segunda, essas duas regiões apresentavam similaridades como a prática da cotonicultura em pequenas ou médias propriedades, com elevada utilização de mão-de-obra e baixa intensidade tecnológica.

Apesar de enfrentar restrições ao desenvolvimento frente à superioridade do padrão tecnológico e organizacional praticado no Cerrado, a pequena produção de algodão ainda existe em algumas regiões do país, como no semiárido nordestino e no norte de Minas Gerais. Nessas regiões, a cotonicultura é uma atividade importante para a renda de agricultores familiares.

Este capítulo exhibe um panorama geral da cotonicultura no Brasil. Inicialmente é exposto um breve histórico da atividade no país, com ênfase na caracterização dos modelos de produção praticados nas principais regiões cotonicultoras que surgiram ao longo do século XX: Nordeste, Meridional e Centro-Oeste.

O período mais recente é analisado, em um segundo momento, a partir da análise do comportamento da produção, da área plantada e da produtividade da cotonicultura nos últimos vinte anos. O comportamento dessas variáveis expõe a decadência da produção Meridional e o ressurgimento da produção nordestina nas regiões de Cerrado dos estados de Maranhão, Piauí e principalmente Bahia. Juntamente com Tocantins, esses estados compõem a nova região de fronteira agrícola do país chamada de “Mapitoba”.

Por fim, levando em consideração as desigualdades que surgiram entre a pequena e a grande cotonicultura após o deslocamento da produção para o Cerrado, procurou-se mostrar as novas formas de inserção da pequena produção na atividade a partir da exploração de modelos alternativos baseados no cultivo de: algodão colorido, algodão agroecológico e algodão transgênico.

## **1.2) Um breve histórico do cultivo do algodão no Brasil**

Antes mesmo da chegada dos portugueses ao Brasil, variedades arbóreas de algodão já eram conhecidas e cultivadas pelos índios. Após o início da colonização, o algodão passou a ser cultivado pelos portugueses como um produto de subsistência em pequenas áreas de terra dos núcleos de povoamento e tinha como destino o artesanato têxtil (COELHO, 2002).

Na segunda metade do século XVIII, com a revolução industrial, o algodão se tornou a principal matéria-prima das fábricas inglesas. A queda na produção brasileira de açúcar, em razão da concorrência antilhana, e posteriormente, a restrição das exportações norte americanas de algodão em razão da guerra de independência, estimularam o cultivo do algodão para a exportação na capitania do Maranhão.

A ausência de inovações técnicas nas *plantations* maranhenses ocasionou baixos ganhos de produtividade. Com o final da guerra de independência dos Estados Unidos, a produção cotonicultora maranhense, sem condições de competir com a elevada produtividade norte-americana, regrediu.

No final do século XIX o Brasil voltou a se posicionar como grande produtor mundial de algodão. A Guerra de Secessão desestruturou a produção norte-americana em um momento em que cerca de 80% das importações inglesas de algodão eram originárias dos Estados Unidos.

Para diversificar as suas fontes de abastecimento, os ingleses introduziram variedades herbáceas de algodão no Brasil a partir de 1861, especificamente na província de São Paulo. Essas variedades, como a *New Orleans* dos Estados Unidos, apresentavam características agrônômicas mais adequadas às máquinas das indústrias inglesas do que as indianas, o que favoreceu as exportações brasileiras (CANABRAVA, 1951). Similarmente ao primeiro surto produtivo de algodão no Maranhão, com a retomada da atividade nos Estados Unidos a produção brasileira foi reduzida drasticamente (YAMAOKA, 2003).

Ao longo do século XX surgiram no Brasil três regiões produtoras de algodão: região Nordeste com o cultivo do algodão arbóreo, a região Meridional e a região Centro-Oeste, ambas com o cultivo do algodão herbáceo.

As variedades arbóreas, perenes e de ciclo longo, foram as que melhor se adaptaram as condições do semiárido nordestino. Nessa região, o algodão era cultivado por pequenos produtores em consórcio com outras culturas alimentares como milho e feijão. Esse modelo tradicional de produção, que perdurou até a década de 1980, era responsável por fornecer alimentos às famílias dos produtores e palhada aos animais em substituição às pastagens durante os períodos mais secos do ano (MORAIS, 2010).

Todas as variedades de algodão arbóreo cultivadas na região Nordeste durante esse período tiveram origem nos programas de melhoramento conduzidos pelos serviços estaduais da região, como o da Fazenda/Algodoeira São Miguel, no Rio Grande de Norte. O programa de melhoramento dessa fazenda foi de grande importância para a cotonicultura nordestina ao desenvolver oito das quatorze variedades arbóreas utilizadas na região até meados da década de 1980 (FREIRE, 2011).

Ao final da década de 1970, a região Nordeste detinha 80% da área plantada e mais de 35% da produção brasileira de algodão. No início dos anos 1980 a produção nordestina declinou em razão de diversos fatores como: os altos custos de produção, redução dos preços internacionais da pluma, restrições governamentais as exportações e dificuldade de obtenção de crédito pelos pequenos produtores e arrendatários (BUAINAIN e BATALHA, 2007).

Porém, a redução da área plantada e da produção de algodão na região Nordeste ocorreu principalmente devido a infestação do bicudo algodoeiro. Essa praga reduziu drasticamente a produtividade e dizimou as lavouras nordestinas de algodão arbóreo (BUAINAIN e BATALHA, 2007; YAMAOKA, 2003; MORAIS, 2010). No final dos anos 1980, a parcela da região Nordeste na área plantada e na produção nacional foi reduzida respectivamente a 45% e a 15%.

Outra importante região brasileira produtora de algodão no século XX foi a Meridional, representada pelos estados de São Paulo e Paraná. Nessa região desenvolveu-se o cultivo de variedades de algodão herbáceo em pequenas e médias propriedades.

Com a crise da cafeicultura na década de 1930, a cotonicultura despontou como um cultivo alternativo no estado de São Paulo apoiada tanto por incentivos públicos como pela pesquisa agrônômica do algodão, executada pelo Instituto Agrônômico de Campinas (IAC)

(BUAINAIN e BATALHA, 2007; YAMAOKA, 2003). Segundo Silveira (1985) o programa de melhoramento genético do algodão conduzido no IAC a partir de 1924, esteve, desde o início, fortemente atrelado aos interesses da indústria têxtil paulista, que demandava principalmente variedades de algodão com comprimento de fibra elevado.

A atuação do governo paulista na cotonicultura não se restringiu a pesquisa e a obtenção de novas variedades. A partir de 1934, com o Decreto de Lei Estadual nº 6301, foi determinado o monopólio da produção e da distribuição de sementes de algodão pelo estado de São Paulo. Essas atividades passaram a ser coordenadas pela Secretaria de Agricultura. A Secretaria de Agricultura também acumulou outras funções como fiscalização de máquinas utilizadas no beneficiamento, execução de programas de fomento e desenvolvimento de pesquisas na área de defesa fitossanitária.

A operacionalização da produção de sementes foi centralizada no IAC. As sementes básicas produzidas pelo IAC eram multiplicadas por produtores privados e posteriormente retornavam ao IAC para beneficiamento. Em seguida essas sementes eram novamente multiplicadas em campos de cooperação privados e compradas pelo governo estadual que as deslintava, embalava e comercializava (CARVALHO, 1996). O condicionamento da distribuição das sementes de algodão ao monopólio do governo estadual gerou uma ampla difusão das variedades desenvolvidas pelo IAC (SILVEIRA, 1985).

Nos anos 1930, o cultivo do algodão se estendeu ao estado do Paraná. No final dessa década a região Meridional já era a líder nacional na produção de algodão ao colher 327 mil toneladas de pluma enquanto que as lavouras setentrionais (Norte e Nordeste) colhiam 142 mil toneladas (GONÇALVES E GONÇALVES, 2008). Essa posição de liderança da cotonicultura meridional foi mantida até o início dos anos 1990.

O efeito da infestação do bicudo algodoeiro não foi tão devastador na região Meridional quanto foi na região Nordeste. Se na região Nordeste a praga dizimou os algodoads e gerou uma queda progressiva da produção ao longo do tempo, na região Meridional, o bicudo foi o agente causador de uma seleção produtiva que culminou com a sobrevivência de produtores maiores e mais intensivos em tecnologia (GONÇALVES e RAMOS, 2008).

No início da década de 1990, a expansão dos subsídios europeus e norte-americanos às produções locais de pluma, o cenário internacional favorável para o financiamento das transações com o algodão, a defasagem cambial e a redução da tarifa alfandegária de 55% em 1988 para 0%

em 1991, estimularam as importações do produto e desestruturaram a produção de algodão na região Meridional (GONÇALVES e RAMOS, 2008; BUAINAIN e BATALHA, 2007).

Com o surto de importações de algodão, a produção Meridional baseada em pequenas e médias lavouras que utilizavam colheita manual e eram intensivas em trabalho, foi definitivamente substituída por um modelo produtivo intensivo em capital e com baixa utilização de mão-de-obra, baseado no cultivo do algodão herbáceo em extensas áreas mecanizáveis de Goiás, Mato Grosso e oeste da Bahia (GONÇALVES e RAMOS, 2008; BUAINAIN e BATALHA, 2007).

Além da oportunidade criada pela crise na região Meridional, outra circunstância que contribuiu para o deslocamento espacial do algodão para o Centro-Oeste foi à necessidade dos produtores de soja mato-grossenses de encontrar uma alternativa de cultivo para compor um sistema de rotação de culturas.

A dificuldade de encontrar no Brasil variedades adaptadas as condições edafoclimáticas da região e aptas a serem cultivadas em um sistema de produção mecanizado em todas as etapas, levou o Grupo Itamarati Norte S.A., grande produtor de soja da época, a firmar um convênio com a Embrapa Algodão com o intuito de desenvolver uma variedade que atendesse a essas exigências (FARIA, 2012).

A partir desse convênio, foi desenvolvida, ao final de 1991, a principal cultivar de algodão utilizada na produção mato-grossense até meados dos anos 2000, denominada CNPA-ITA 90. Essa cultivar elevou a produtividade da cotonicultura e possibilitou que a mecanização fosse adotada em todas as fases do cultivo. Na safra 2001/2002 a CNPA-ITA 90 ocupava 85% da área com algodão do Mato Grosso. Após 2005, a sua presença na área plantada da região começou a diminuir em razão do aumento de sua suscetibilidade aos ataques de pragas e do surgimento de novas cultivares de alto desempenho como a FMT 701 da Fundação Mato Grosso (FARIA, 2012).

Além da Embrapa Algodão e do Grupo Itamaraty S.A., outro grande responsável pela expansão da cotonicultura no Mato Grosso foi o governo estadual com a criação do PROALMAT - Programa de Incentivo ao Algodão de Mato Grosso - e do FACUAL - Fundo de Apoio à Cultura do Algodão.

O PROALMAT foi instituído pela Lei nº 6.883, de 02 de Junho de 1997 com o objetivo de facilitar a expansão da cultura do algodão no Mato Grosso por meio de incentivos fiscais aos

produtores que apresentassem condições mínimas de qualidade de fibra e de práticas conservacionistas e fitossanitárias.

O incentivo fiscal é concedido aos produtores até hoje por meio do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e depende diretamente da qualidade da fibra de algodão. A partir de uma avaliação da fibra, o produtor pode recuperar até 75% do valor do ICMS incidente sobre o valor da comercialização.

Instituído pela mesma lei que criou o PROALMAT, o FACUAL foi criado com a finalidade investir recursos na cotonicultura. Esse investimento tem os objetivos de melhorar a qualidade da fibra e a produtividade da lavoura, melhorar o controle de pragas e doenças, treinar mão-de-obra especializada e realizar eventos técnicos.

O FACUAL pode receber contribuições de instituições nacionais e internacionais, das indústrias de beneficiamento, de dotações orçamentárias do Estado ou mesmo diretamente dos produtores. Porém, a principal fonte do fundo é o PROALMAT. Ao receber o incentivo financeiro, o produtor beneficiário do PROALMAT deve destinar compulsoriamente 15% do valor auferido para o FACUAL.

Seguindo a iniciativa do governo mato-grossense, os outros estados da região Centro-Oeste e a Bahia criaram os seus respectivos programas de incentivo à cultura do algodão. Esses programas também surgiram pautados na renúncia fiscal de parte do ICMS incidente sobre o valor de comercialização e atrelados a criação de fundos para a inovação tecnológica, similares ao FACUAL.

Gonçalves e Souza (2008) acreditam que esses estados, ao instituírem os programas de incentivo à cotonicultura, infringiram o pacto federativo por criarem uma situação de “*dumping* fiscal” em relação aos outros estados que produziam algodão. Além disso, esses subsídios obrigariam os pequenos e médios produtores, localizados em estados que não oferecem esse benefício, a concorrerem em condições ainda mais desfavoráveis com os grandes produtores do Cerrado.

Para Gonçalves e Ramos (2008), os incentivos fiscais fornecidos pelos governos do Centro-Oeste aos cotonicultores não buscavam um equilíbrio estrutural com foco nas pequenas e médias lavouras, mas uma distribuição de benefícios a grande lavoura por meio da guerra fiscal sem levar em conta os efeitos estruturais, econômicos, sociais e ambientais do crescimento da área plantada.

Uma das críticas de Faria (2012) ao PROALMAT é que o programa não contemplou a criação de mecanismos redistributivos que fortalecessem os grupos sociais afetados negativamente com o modelo de produção praticado pelos grandes cotonicultores, como os produtores familiares. Para o autor, os recursos da renúncia fiscal promovida pelo programa não foram utilizados para alavancar o desenvolvimento social, mas apenas para fortalecer um modelo de agricultura patronal.

Já Buainain e Batalha (2007) consideram o PROALMAT como um programa fundamental para o desenvolvimento da cotonicultura no Mato Grosso. A renúncia fiscal, além de ter proporcionado maior competitividade à fibra, incentivou a realização de investimentos em P&D por meio do FACUAL:

O Proalmat contribuiu com soluções para questões fundamentais do setor produtivo de algodão, como a transferência de recursos para os produtores e o incentivo à pesquisa, promoção de algodão de Mato Grosso, além da obrigatoriedade de utilização de inovações e soluções tecnológicas e de respeito ao meio ambiente. No Facual, materializa-se a arrecadação de recursos para financiar pesquisas de novas variedades que sejam adaptadas às condições de Mato Grosso, com grande produtividade e resistência às principais pragas e doenças. Concomitantemente, o Facual dá suporte financeiro a projetos e ações que visem ao estudo e aperfeiçoamento de manejos adequados, combate a doenças e pragas, difusão de tecnologia, realização de eventos, capacitação de integrantes da cadeia têxtil e apoio financeiro ao projeto de desenvolvimento da cotonicultura familiar, coordenado pela Fetagri (BUAINAIM E BATALHA, 2007).

Para Gonçalves e Ramos (2008) as tecnologias produtivas que proporcionaram aumento de produtividade nas grandes lavouras do Cerrado corresponderam apenas a uma difusão generalizada, uniforme e em larga escala da base técnica dos cotonicultores mais produtivos da região Meridional.

Já para Ferreira Filho et al. (2005), o desenvolvimento tecnológico da cotonicultura do Cerrado não ocorreu por meio de um processo de diferenciação gradual e baseado no padrão tecnológico anterior, mas sim a partir de uma ruptura que gerou um novo padrão, no qual, dentre outras mudanças, novas variedades foram criadas para que a colheita manual pudesse ser substituída pela mecanizada.

O modelo de produção de algodão praticado pelos estados do Centro-Oeste difundiu-se no início dos anos 2000 para o Cerrado baiano e após 2005, para o sul do Maranhão e para o Piauí, proporcionando elevados ganhos de produtividade nessas regiões. A transformação pela qual

passou a cotonicultura baiana entre 1988 e 1999 foi tão drástica quanto à ocorrida na região Meridional. No período em questão, a área plantada de algodão na Bahia foi reduzida de 330,3 mil hectares para 42,4 mil hectares e modelo produtivo baseado em pequenas propriedades e na colheita manual foi eliminado. A cotonicultura baiana ressurgiu nos anos 2000 seguindo a padrão tecnológico de Mato Grosso e explorando a região de Cerrado a oeste do estado.

O algodão arbóreo ainda é cultivado em algumas regiões semiáridas do Nordeste. Porém esse ressurgimento da produção de modo algum significa a retomada dos níveis de produção arbórea do início da década de 1980 (BUAINAIN e BATALHA, 2007). Segundo Freire (2011) a produção de algodão arbóreo está em extinção, uma vez que foram cultivados apenas 500 hectares de algodão arbóreo em toda a região Nordeste.

Na região Meridional a cotonicultura foi retomada nos anos 2000, mas apenas no estado de São Paulo e em condições produtivas similares a produção de algodão no Cerrado. Os pequenos e médios cotonicultores derivados do colonato do café foram substituídos por grandes produtores localizados em torno dos municípios de Paranapanema e Ituverava (GONÇALVES e RAMOS, 2008).

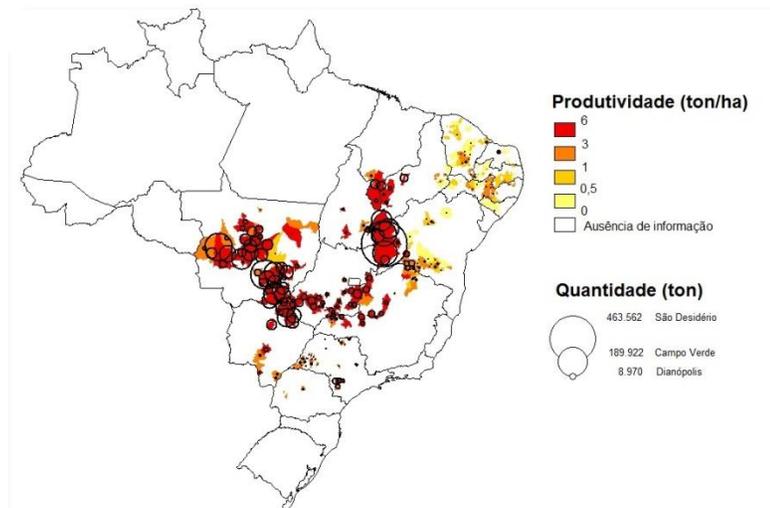
### **1.3) O cultivo do algodão no Brasil nos anos recentes**

Em um primeiro momento, foram expostas nesta seção as mudanças na produção, na área plantada e na produtividade ao longo das duas últimas décadas em quatro regiões produtoras: Meridional, Centro-Oeste, “Mapitoba” (Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia) e outros estados do Nordeste (excluindo Bahia, Maranhão e Piauí). Em seguida, foram abordados os principais sistemas de produção explorados recentemente por pequenos produtores baseados no cultivo do algodão colorido, do algodão agroecológico e do algodão transgênico.

#### **1.3.1) Produção, área plantada e produtividade**

Em 2011, o Brasil produziu 1,9 milhões de toneladas de pluma e exportou cerca de 20% da produção. Com esses valores o país se posicionou como o quinto maior produtor e também como o quinto maior exportador mundial de algodão. Esses resultados podem ser atribuídos principalmente ao desempenho da produção na região de Cerrado (Figura 1).

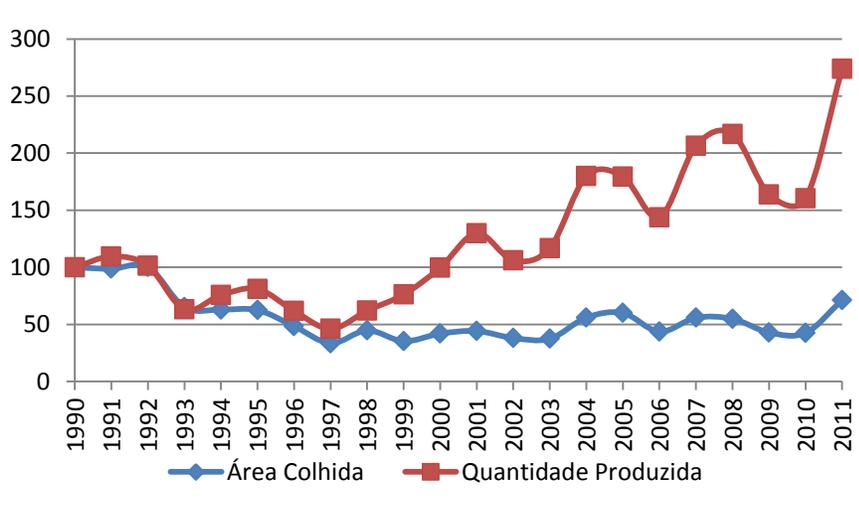
**Figura 1 – Distribuição espacial da quantidade produzida (círculos, em toneladas) e da produtividade (cores, em toneladas/hectare) de algodão – Brasil, 2010**



**Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal**  
**Elaborado com Phicarto. Disponível em <http://philcarto.free.fr/>.**

Entre 1990 e 1997 a área plantada e a produção de algodão no Brasil declinaram consistentemente em razão da desestruturação produtiva que ocorreu nas regiões Nordeste e Meridional. Em 1990 foi cultivada, com algodão, uma área de quase dois milhões de hectares. Em 1997 esse valor tinha sido reduzido a 630 mil hectares, o que corresponde a uma redução de mais de 65% (Gráfico 1). Nesse mesmo período a produção de algodão em caroço reduziu em 55%, passando de 1,8 milhões de toneladas para 785 mil toneladas.

**Gráfico 1 – Índice para área plantada e quantidade produzida do algodão no Brasil (1990=100)**



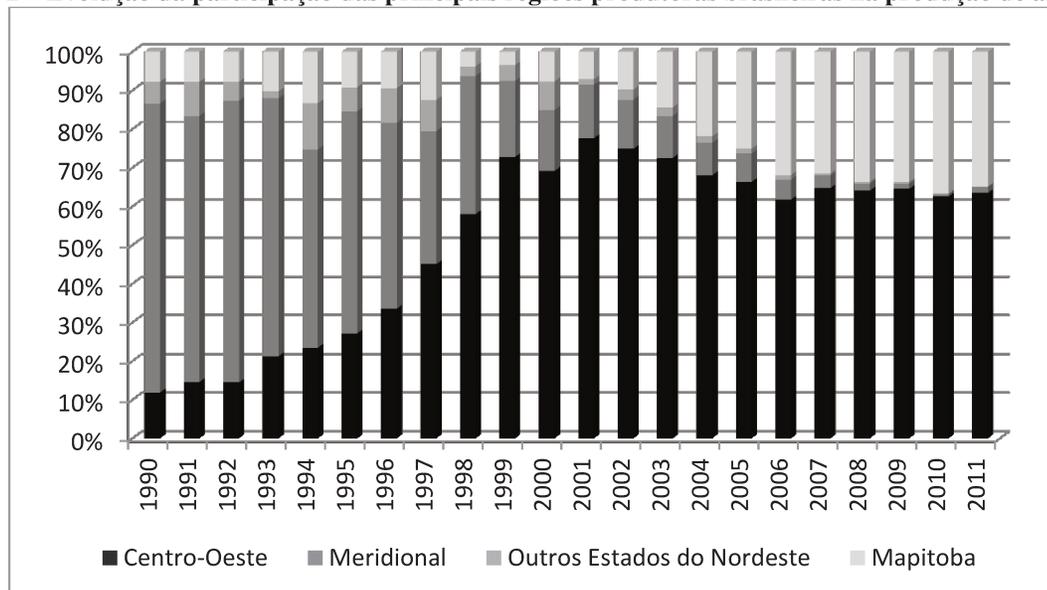
Fonte: CONAB, 2013.

Após 1997, a produção de algodão voltou a crescer, sobretudo em razão do aumento de produção e de produtividade nos estados do Centro-Oeste e no oeste baiano. No ano de 2000 a quantidade produzida no Brasil já havia se igualado ao nível de 1990, em uma área correspondente a 42% da área com algodão no ano base. Em razão dos contínuos ganhos de produtividade da cotonicultura do Cerrado, nos anos 2000, a produção continuou crescente enquanto que a área plantada se manteve constante em cerca de 50% do valor de 1990.

Com o deslocamento produtivo regional ocorrido nas duas últimas décadas, os estados produtores tradicionais da região Nordeste e a região Meridional perderam importância na cotonicultura nacional, enquanto que os estados do Centro-Oeste e da região de “Mapitoba” se tornaram, sobre aspectos produtivos e econômicos, as regiões mais importantes para a cotonicultura brasileira (Gráfico 2). Assim como no Centro-Oeste, na região de “Mapitoba”<sup>1</sup> o algodão é cultivado em grandes propriedades com o uso intensivo de insumos químicos e da mecanização em todas as etapas produtivas.

<sup>1</sup> Os dados de produção, produtividade e área plantada de Mapitoba são referentes aos valores totais dos estados de Maranhão, Piauí, Bahia e Tocantins. Portanto, os dados não se referem exclusivamente a região de cerrado desses estados.

**Gráfico 2 – Evolução da participação das principais regiões produtoras brasileiras na produção de algodão.**



**Fonte: CONAB, 2013.**

Até meados da década de 1990 a região Meridional era responsável por 50% de toda a produção brasileira. Ao longo da segunda metade dessa década, a desestruturação produtiva gerada pelo surto de importações reduziu drasticamente a produção Meridional. No ano 2000 a participação dessa região na produção brasileira tinha sido reduzida a menos de 15% enquanto que a região Centro-Oeste já era responsável cerca de 70% da produção de algodão.

Assim como aconteceu na região Meridional, entre 1990 e 1999 a participação dos estados da região Nordeste na produção brasileira foi decrescente, incluindo a participação dos estados nordestinos que hoje compõem “Mapitoba”. Antes do início dos anos 2000, o modelo de produção praticado pelos produtores desses estados era o mesmo modelo praticado nos outros estados do Nordeste, baseado no cultivo do algodão em pequenas propriedades, com elevada utilização de mão-de-obra e baixa intensidade de capital e tecnologia.

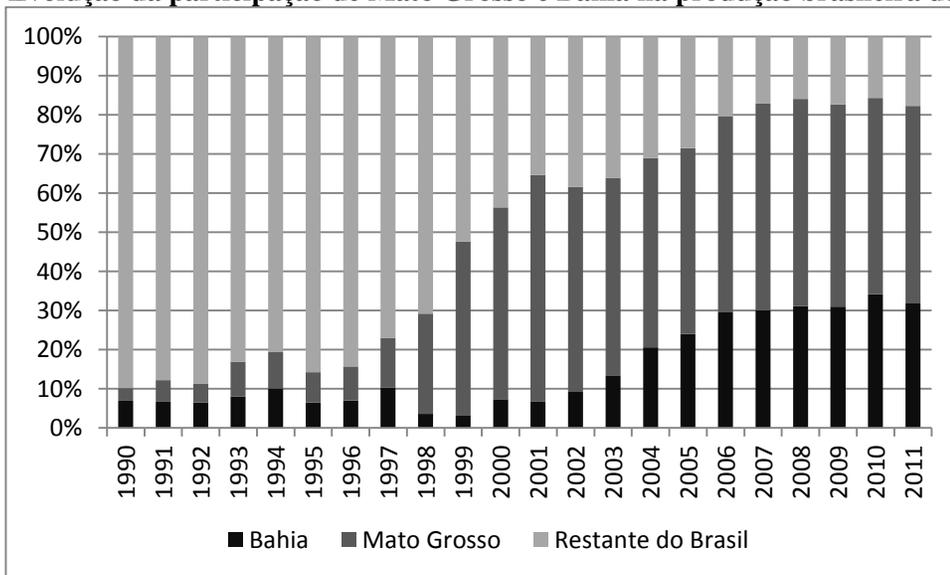
Após os anos 2000, a região de “Mapitoba” se tornou uma extensão produtiva do modelo empresarial praticado na cotonicultura do Centro-Oeste. Como consequência da mudança no padrão de produção, a região que detinha em 2000 cerca de 10% da produção nacional, passou a ser responsável por mais de 35% da produção em 2011.

Ao longo da última década o principal estado produtor de algodão dessa região de Cerrado foi a Bahia, onde o algodão é cultivado quase que em sua totalidade no oeste do estado, em regiões próximas aos municípios de Barreiras e Luís Eduardo Magalhães. Mais do que concentrada na Bahia, pode-se afirmar que a parcela majoritária da produção cotonicultora de “Mapitoba” está concentrada nos arredores desses dois municípios.

Essa concentração pode ser justificada pelo avanço relativamente recente da cotonicultura sobre as regiões de Cerrado dos estados de Maranhão, Piauí e Tocantins. O cultivo do algodão nas divisas desses estados, seguindo o modelo de produção do Centro-Oeste, teve início somente após 2005, enquanto que na Bahia, a cotonicultura empresarial avançou para a região de Cerrado já no começo dos anos 2000.

Em 2011, a produção baiana de algodão correspondeu a 90% da produção somada de “Mapitoba” e dos outros estados da região Nordeste. Além disso, o estado foi responsável por 30% da produção nacional. A produção combinada da Bahia e do Mato Grosso, maior estado produtor, representou em 2011, 80% da produção brasileira (Gráfico 3).

**Gráfico 3 – Evolução da participação de Mato Grosso e Bahia na produção brasileira de algodão.**



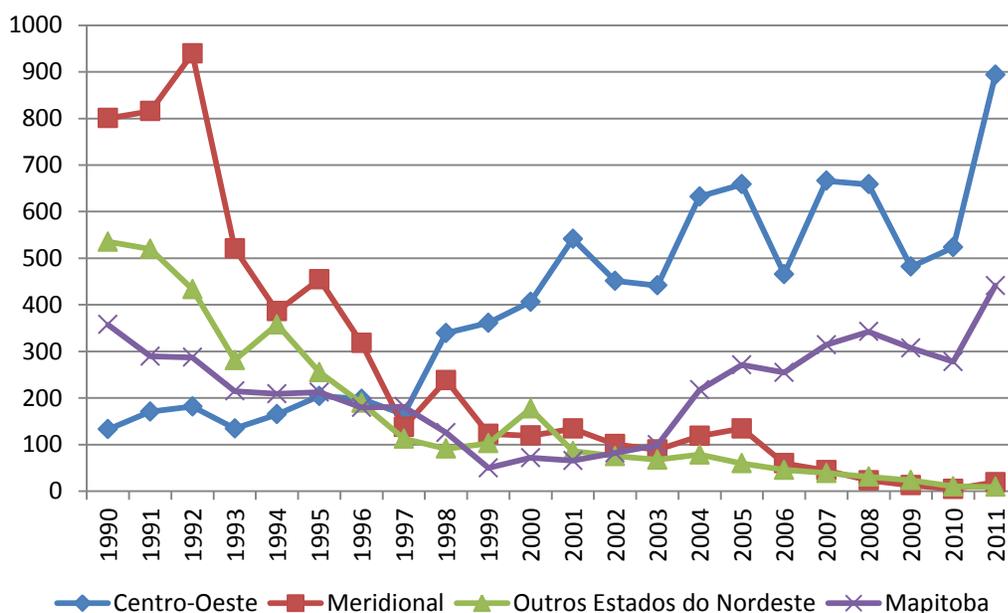
**Fonte: CONAB, 2013.**

Entre 1990 e 2011, o comportamento da área plantada nas regiões cotonicultoras foi similar ao da produção. Até meados da década de 1990, a maior parcela da área plantada de

algodão estava localizada na região Meridional. A partir de 1998 a área plantada da região Centro-Oeste superou a da região Meridional e cresceu até alcançar em 2011 níveis próximos aos identificados para a região Meridional no início dos anos 1990 (Gráfico 4).

A partir da primeira metade dos anos 2000 o comportamento da área plantada da região de “Mapitoba” se descolou do comportamento da área plantada dos outros estados da região Nordeste e desde 2007 o seu valor tem se mantido em 50% do valor de área plantada do Centro-Oeste. Nos outros estados do Nordeste, excluídos da região de Cerrado, e na região Meridional, a área plantada decresceu drasticamente. A área plantada de quase 800 mil hectares na região Meridional em 1990 não passava de 5 mil hectares em 2010.

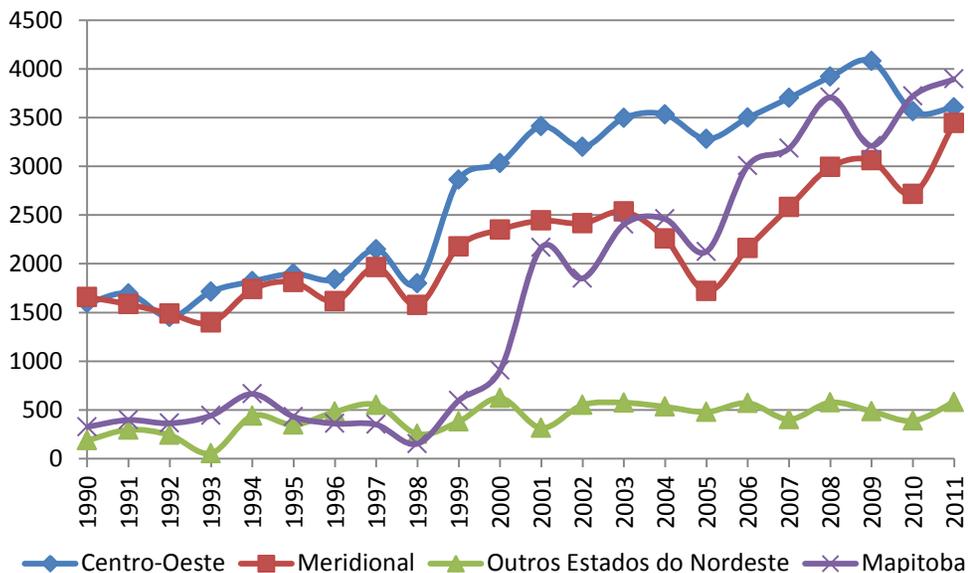
**Gráfico 4 – Evolução da área plantada de algodão em caroço das principais regiões produtoras brasileiras (em mil hectares).**



**Fonte: CONAB, 2013.**

Já no começo dos anos 2000 os estados do Centro-Oeste obtinham valores de produtividade média superiores a 3000 ton/ha. Ao longo da primeira metade dessa década, a produtividade média dos estados que compõem a região de “Mapitoba” triplicou principalmente devido à expansão do modelo de produção praticado no Centro-Oeste para a Bahia (Gráfico 5). Outras duas regiões tradicionais de produção de algodão ao longo do século XX, passaram por transformações distintas frente à expansão da cotonicultura empresarial.

**Gráfico 5 – Evolução da produtividade média do algodão em caroço nas principais regiões produtoras do Brasil (em quilogramas por hectare).**



**Fonte: CONAB, 2013.**

Apesar de perder participação na produção de algodão brasileira, a produtividade na região Meridional se elevou nas últimas décadas. Nos anos 2000 a produção na região ficou restrita ao estado de São Paulo e ocorreu em bases produtivas e tecnológicas similares a dos estados do Cerrado.

Nos outros estados da região Nordeste, não houve uma mudança drástica nos sistemas de produção a ponto de elevar a produtividade a valores próximos ao da cotonicultura do Cerrado. Desde o início da década de 1990, a produtividade média nesses estados produtividade tem se mantido em torno de 500 kg de algodão por hectare.

### **1.3.2) Novas formas de inserção de pequenos produtores na cotonicultura**

O deslocamento da cotonicultura para o Cerrado a partir dos anos 1990 elevou a heterogeneidade estrutural da produção. A escolha do algodão, por grandes produtores, como alternativa para compor um sistema de rotação com a soja, causou uma transformação nas

condições fundiárias e tecnológicas básicas a ponto de quase eliminar os pequenos produtores da atividade.

Segundo Buanain e Batalha (2007), a elevação da produtividade resultante da adoção generalizada de tecnologias intensivas em capital nas grandes propriedades do Cerrado, como a colheita mecânica, tornou a cotonicultura sensível às escalas de produção. Para os autores, há um consenso entre os produtores de que o módulo mínimo para assegurar a competitividade na produção de algodão supera os 1000 hectares.

A existência de um módulo mínimo de tamanho elevado pode ser verificada a partir do Censo Agropecuário de 2006. Pouco mais de 65% do algodão colhido no Brasil, na época, foi produzido em estabelecimentos com área superior a 2500 hectares (Tabela 1). Por outro lado, apesar de os estabelecimentos com área inferior a 50 hectares representarem na época mais de 85% dos 13 059 estabelecimentos cotonicultores, a parcela desse grupo na produção total era inferior a 1,5%.

**Tabela 1. Distribuição dos estabelecimentos, da quantidade produzida e da produtividade segundo tamanho do estabelecimento.**

Tamanho	Estabelecimentos	Quantidade produzida	Produtividade (Kg/ha)
0 a 1 ha	4,55%	0,03%	1154
1 a 5 ha	27,74%	0,25%	960
5 a 20 ha	37,66%	0,60%	1002
20 a 50 ha	16,36%	0,50%	1255
50 a 200 ha	8,05%	1,56%	2152
200 a 500 ha	1,72%	1,22%	2174
500 a 1000 ha	0,85%	3,97%	2910
1000 a 2500 ha	1,30%	24,06%	2924
2500 ha ou mais	1,76%	67,81%	3040

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário de 2006

O Censo Agropecuário de 2006 também mostrou que os estabelecimentos agropecuários maiores apresentaram valores mais elevados de produtividade média do que os estabelecimentos menores. Essa diferença de desempenho resulta principalmente da disparidade na adoção tecnológica entre esses grupos. Há entre os grandes produtores uma maior utilização de defensivos, de adubação química, de sementes certificadas e plantio adensado. Além disso, o

relevo plano do Cerrado possibilita a adoção da mecanização em todo o ciclo produtivo do algodão.

A cotonicultura ainda é explorada pela agricultura familiar em algumas regiões brasileiras, como o semiárido nordestino e o norte de Minas Gerais. Além de enfrentar dificuldades oriundas das condições edafoclimáticas, como maiores riscos climáticos e relevo acidentado, a maioria desses produtores possui problemas de acesso a serviços básicos, a infraestrutura, a crédito e a mercados. Em razão dessas limitações, as tecnologias utilizadas pelos grandes produtores não podem ser adotadas facilmente pelos pequenos produtores do semiárido.

No entanto, o surgimento de modelos produtivos alternativos baseados na pequena produção fragiliza a caracterização da cotonicultura brasileira como uma simples dicotomia entre os grandes produtores tecnificados do Cerrado e a pequena produção ineficiente do semiárido nordestino.

O cultivo do algodão colorido e a exploração de modelos agroecológicos de produção vêm permitindo que pequenos produtores se insiram no mercado obtendo diferenciais positivos de preços em relação ao algodão branco convencional. Os produtos obtidos a partir desse modelo de produção têm como destino alguns nichos de mercado que valorizam a mão de obra familiar e modelos de produção ambientalmente sustentáveis.

No norte de Minas Gerais, especificamente no município de Catuti, a capacidade de organização dos pequenos produtores e a subsequente criação de uma cooperativa possibilitaram a adaptação e a adoção de tecnologias produtivas utilizadas pelos grandes cotonicultores do Cerrado, como as variedades transgênicas resistentes a insetos.

### *1.3.2.1) Algodão colorido*

As variedades de algodão de fibra colorida já eram conhecidas e cultivadas pelos astecas, pelos maias e por outras civilizações da África e da Ásia há mais de 4500 anos. O interesse pelo algodão de fibra colorida ressurgiu no Brasil na primeira metade dos anos 1980 quando a Embrapa Algodão começou a estudar variedades de tonalidade creme e marrom encontradas nas lavouras de algodão arbóreo do Nordeste (SOUZA, 2000).

O cultivo do algodão de fibra colorida representa uma possibilidade para o pequeno produtor explorar nichos de mercado e obter preços mais elevados no momento da venda. Por

não demandar a utilização de corantes sintéticos, as roupas tecidas com as fibras dessas variedades podem atingir consumidores que valorizam modelos de produção ambientalmente sustentáveis.

O algodão colorido pode ser produzido de forma convencional, com o uso de defensivos químicos, e também de forma agroecológica ou orgânica. Souza (2000) destaca alguns problemas enfrentados pelas variedades coloridas como: existência de pouca variedade de cores, dificuldades de comercialização frente à incerteza que existe no mercado, produtividade abaixo das variedades de fibra branca e dificuldades em atender as exigências da indústria quanto à resistência da fibra.

O algodão colorido é produzido em escala comercial desde o início dos anos 2000 no estado da Paraíba, principalmente nos arredores do município de Patos. Nessa região, o beneficiamento da produção é realizado pela Cooperativa Agrícola Mista de Patos (CAMPAL). Posteriormente, a fibra colorida é enviada para outras cidades dentro da Paraíba e para outros estados da região Nordeste como Pernambuco e Rio Grande do Norte, onde é utilizada para a confecção de roupas e artesanato (ARAÚJO FILHO et al., 2012).

Segundo Beltrão e Carvalho (2004), a maioria dos produtores cultiva o algodão colorido em áreas entre um e três hectares e chega a receber entre 30% e 40% a mais do que preço pago pela de fibra branca. Os autores estimavam que no ano de 2004, seriam plantados mais de 5000 hectares de algodão colorido na Paraíba, sendo que 90% da área seria ocupada com a variedade BRS 200 marrom e o restante com a variedade BRS Verde. Ambas as variedades foram desenvolvidas pela Embrapa Algodão.

### *1.3.2.2) Algodão Agroecológico*

Segundo Araújo Filho et al. (2012) a agroecologia é uma abordagem da agricultura, baseada na dinâmica da natureza, que permite a restauração do solo sem o uso de produtos químicos e a prática da atividade agrícola sem agrotóxicos. A abordagem agroecológica, além de rejeitar a utilização de produtos químicos e de mecanização excessiva na atividade agrícola, é contra qualquer tipo de monocultura. A partir dos princípios da agroecologia, surgiram outros modelos alternativos de agricultura, como a orgânica, a biológica e a biodinâmica.

A diferença entre o algodão agroecológico e o algodão orgânico restringe-se apenas na questão da certificação. O algodão agroecológico é produzido de acordo com as mesmas práticas utilizadas no cultivo do algodão orgânico, mas sem a certificação. Dessa forma os custos de transação para a produção do algodão agroecológico são menores.

Mesmo que haja variação nas práticas da agricultura orgânica de país para país, alguns princípios são comuns como a proibição do uso de agroquímicos como herbicidas, fungicidas, fertilizantes e de sementes geneticamente modificadas em razão de sua natureza irreversível e de supostos riscos potenciais a saúde humana e ao meio ambiente (BOSSLE et al, 2012).

O algodão agroecológico ou orgânico é cultivado em 18 países. A Índia detém 74% da produção mundial enquanto que o Brasil é o décimo sexto maior produtor com uma parcela de 0,03% da produção. Em 2012, o Brasil possuía 371 produtores, majoritariamente localizados na região Nordeste, que cultivavam a algodão de forma agroecológica ou orgânica em uma área total de 57 hectares e destinavam o produto principalmente para o mercado interno utilizando redes de comércio justo apoiadas por organizações privadas, ONGs e instituições governamentais (TEXTILE EXCHANGE, 2012).

O algodão agroecológico começou a ser cultivado no Brasil, em consórcio com o milho e com o feijão, a partir de 1993 no município de Tauá, no Ceará. Nessa cidade, o algodão é desde então cultivado e beneficiado por uma associação de produtores chamada Associação de Desenvolvimento Educacional e Cultural de Tauá (ADEC) (BOSSLE et al, 2012; LIMA e SOUZA, 2006; SILVA et al., 2009). Segundo Bossle et al. (2012) os produtores da ADEC possuem propriedades com tamanho médio de um hectare e produzem cerca de 150 kg de algodão por hectare.

Segundo Silva et al. (2009) o cultivo do algodão em consórcio com outras culturas como milho, feijão ou coentro gera vantagens como redução de custos produtivos, estabilidade da produção, diminuição dos riscos de perda de safra e principalmente vantagens agrônômicas no controle de pragas ao dificultar o aumento da densidade populacional dos insetos.

Desde 2003 os produtores associados à ADEC comercializam o seu produto com duas cadeias produtivas de Comércio Justo: Tênis a Justa Trama. A Tênis é uma empresa francesa que fabrica bolsas e calçados com base nos princípios do Comércio Justo. Os produtores da ADEC e a Tênis fixam os preços do algodão por meio de contratos com duração de três anos. Já a Justa Trama é uma ONG do Rio Grande do Sul que produz roupas para o público adulto e infantil por

meio da coordenação uma rede de cooperativas e associações distribuídas pelo Brasil (BOSSLE et al, 2012; FARIA e PEREIRA, 2012).

Além do Ceará, o algodão agroecológico começou a ser cultivado após 1993 em assentamentos rurais de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Paraíba, a partir do suporte fornecido pelo Projeto Dom Helder Câmara (PDHC). O PDHC é vinculado ao Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e realiza trabalhos com o objetivo de fortalecer a reforma agrária e a agricultura no semiárido nordestino. Mais de 401 famílias vinculadas ao PDHC plantaram uma área de 236 hectares e colheram 25 toneladas de pluma de algodão agroecológico em 2011. O baixo nível de produtividade do algodão dentro desse modelo é compensado pelos maiores rendimentos obtidos com os outros produtos agrícolas do consórcio (ARAÚJO FILHO et al., 2012). Araújo Filho et al. (2012) fornece alguns detalhes das práticas produtivas adotadas pelos produtores de algodão agroecológico do semiárido nordestino:

- É utilizada mão-de-obra familiar e a área do plantio não ultrapassa 3 hectares;
- Solo preparado com tração animal;
- Plantio em curvas de nível utilizando sementes de algodão fornecidas pela Embrapa e cultivadas em consórcio com pelo menos mais três outros produtos agrícolas, optando-se principalmente por gergelim, milho, feijão e guandu;
- Tratos culturais e colheita realizados manualmente, inclusive o controle de pragas;
- Controle do bicudo utilizando armadilhas antes do plantio, destruição dos restos culturais, catação e destruição dos botões florais e compostos naturais;
- Utilização de mini usinas de descaroçamento desenvolvidas pela Embrapa Algodão.

O baixo nível de impureza do produto, em razão da colheita ser realizada de forma manual, e a utilização da mini usina de descaroçamento desenvolvida pela Embrapa permitem que os produtores cearenses recebam preços maiores pela venda pluma do algodão.

Desde 2002, os preços pagos pelo algodão agroecológico ou orgânico tem sido superiores aos praticados no mercado. Segundo Lima e Souza (2006), a venda do algodão em pluma permitiu que a ADEC pagasse aos produtores nas três safras anteriores a 2006 um preço que chegou a ser superior a duas vezes o valor pago pelo algodão branco convencional.

No mesmo período o algodão produzido na Paraíba foi vendido em caroço a uma empresa paulista que pagou um preço 25% maior do que o valor pago pelo algodão convencional. Já em Pernambuco e no Rio Grande do Norte, o prêmio pago pelo algodão orgânico foi menor em razão da fraca articulação dos produtores com o mercado de orgânicos ou com as redes de comércio justo (LIMA E SOUZA, 2006).

A introdução de práticas agroecológicas na cotonicultura paraibana após 2005, ocorreu por meio da atuação da Embrapa Algodão e outros parceiros na criação de um projeto denominado “Escola Participativa do Algodão”, no Assentamento Queimadas, localizado no município de Remígio. Em 2006 o projeto envolvia 18 agricultores que plantavam 28 hectares de algodão agroecológico. O algodão produzido nesse assentamento foi certificado como orgânico mediante inspeção do Instituto Biodinâmico (IBD) (WANDERLEY JÚNIOR et al., 2002; SILVEIRA et al., 2012).

De acordo com Lima e Souza (2006), somente os cotonicultores paranaenses e paraibanos obtiveram certificação de orgânico, em ambos os casos por meio do Instituto Biodinâmico. Os custos da certificação foram cobertos pelas empresas compradoras da fibra. No Ceará a produção foi certificada pelo IBD por três anos, com os custos também sendo cobertos pela empresa compradora do algodão. Porém, no caso cearense, a relação de confiança estabelecida ao longo do tempo fez com que os compradores dispensassem a necessidade de certificação da produção.

Segundo Silva et al. (2009), os cotonicultores que produzem algodão agroecológico no Ceará têm escolhido uma variedade híbrida, semi-perene, 7MH. Essa variedade resulta do cruzamento de uma planta arbórea com outra herbácea e tem o ciclo produtivo de três anos. Já na Paraíba os produtores têm cultivado variedades herbáceas de fibra branca, como a BRS 8H e as herbáceas de fibra naturalmente colorida como a BRS Rubi, BRS Safira e BRS Verde. Tanto a variedade cultivada no Ceará quanto as cultivadas na Paraíba pertencem a Embrapa.

### *1.3.2.3) Algodão Transgênico*

O cultivo de sementes transgênicas de algodão por pequenos produtores vem sendo realizado em assentados da reforma agrária no sudoeste baiano, mais especificamente no município de Malhada, e por agricultores familiares inseridos na região norte de Minas Gerais.

O ressurgimento recente do algodão no sudoeste baiano ocorreu aos moldes da cotonicultura praticada pelos grandes produtores de Cerrado da região oeste do estado. Assim identifica-se na região a predominância de grandes lavouras com uso intensivo de tecnologia em todas as etapas do processo produtivo. A exceção a esse padrão é o município de Malhada, com o cultivo exitoso de algodão transgênico por pequenos produtores (ARAÚJO FILHO et al., 2012).

Segundo Araújo Filho et al. (2012), Malhada possui 220 produtores de algodão sendo que 47 são assentados da reforma agrária. Os produtores assentados são membros da Associação dos Produtores de Leite de Malhada, portanto, produzem leite e algodão. Apesar de não ser comum a utilização de sementes certificadas, a adoção práticas de cultivo modernas, como o manejo integrado de pragas e a subsolagem e o plantio adensado, vêm permitindo a obtenção de valores de produtividade próximos a 2250 kg por hectare (ARAÚJO FILHO et al., 2012).

Antes do deslocamento da cotonicultura para o Cerrado, o algodão era amplamente cultivado nos municípios do norte de Minas Gerais seguindo características produtivas similares à cotonicultura tradicional nordestina. Com o deslocamento regional da produção e com os seguidos anos de seca e infestação do bicudo a produção local foi reduzida drasticamente.

A retomada da cotonicultura no Norte de Minas Gerais começou em 2007 e ocorreu como resultado da iniciativa de quatorze municípios da região, da Prefeitura de Catuti e da Associação dos Produtores de Algodão de Minas Gerais (AMIPA) que se uniram para criar o “Projeto de Retomada do Cultivo do Algodão no Norte de Minas Gerais”, com a justificativa de não existia outra cultura agrícola, além do algodão, com a capacidade de inserir os produtores no mercado e gerar renda capaz de melhorar a condição de vida local. (SILVEIRA et al., 2012).

De todos os municípios da região foi em Catuti que a retomada da cotonicultura ocorreu com mais força, gerando resultados produtivos melhores e incremento de renda para os produtores locais. Nesse município, existem dois grupos de produtores que adotaram variedades transgênicas de algodão: um grupo organizado com as decisões centralizadas na Cooperativa dos Produtores Rurais de Catuti (COOPERCAT) e outro constituído por produtores desorganizados. A COOPERCAT possui 70 produtores de algodão cooperados, dois técnicos agrícolas e um produtor responsável pela liderança da cooperativa.

Além da AMIPA e da Prefeitura de Catuti, a COOPERCAT conta com o apoio de outras organizações para a adaptação de tecnologias e sementes transgênicas à produção local, como Monsanto, Programa Mineiro de Incentivo à Cultura do Algodão no Estado de Minas

(PROALMINAS) e Associação Mineira dos Produtores de Algodão (AMIPA) (ARAÚJO FILHO et al., 2012).

De acordo com Silveira et al. (2012) apenas os produtores com capacidade de acessar o crédito rural oferecido pelo Banco do Nordeste e pelo Banco do Brasil foram incorporados a COOPERCAT. Isso ocorreu em razão pressuposto de que a eficiência do sistema produtivo não seria alcançada apenas com a adoção de sementes transgênicas, mas também dependeria da introdução de outras tecnologias como insumos e máquinas que exigiam capacidade financiamento. Esse grupo de produtores utiliza apenas sementes certificadas, sendo essa uma das exigências do Banco do Nordeste para a concessão do financiamento.

Ainda segundo os autores, os produtores desorganizados da região tentam seguir o modelo produtivo adotado pelos membros da COOPERCAT. Porém, além de cultivar sementes transgênicas não certificadas, há um déficit no fornecimento do serviço de assistência técnica. Além disso, esse grupo enfrenta sérias restrições para adquirir insumos e máquinas, uma vez que, a inadimplência em relação a dívidas contraídas no passado, dificulta o acesso ao crédito oferecido pelo Pronaf. Por isso, as lavouras desse grupo demonstram resultados produtivos inferiores aos das lavouras dos produtores cooperados.

Para Silveira et al. (2012), o uso de sementes transgênicas entre os produtores organizados de Catuti permitiu que fossem reduzidos o número de aplicações de agroquímicos e a quantidade de água e de combustível utilizados na produção, além de gerar melhoria na saúde das pessoas e incrementos de produtividade que vem sendo convertido em maiores rendimentos para os produtores.

Assim como em Malhada, os produtores de Catuti associados à COOPERCAT vêm obtendo valores de produtividade média próximos a 2250 Kg por hectare. Apesar de ser inferior a produtividade obtida no Cerrado, esse resultado é bem superior a média nacional. Araújo Filho et al. (2012) destacam como principais componentes do processo produtivo conduzido pelos produtores vinculados a COOPERCAT:

- Preparo do solo mecanizado realizado pela cooperativa e pago pelo produtor cooperado;
- Utilização de sementes transgênicas e convencionais compradas da Monsanto. As sementes convencionais são utilizadas para compor a área de refúgio;

- Assistência técnica na produção, no beneficiamento e na comercialização fornecida pela COOPERCAT;
- Adoção do manejo integrado de pragas e aplicação de defensivos com a utilização de tração animal;
- Colheita manual;
- Beneficiamento da produção realizado pela COOPERCAT.

De acordo com Silveira et al. (2012) o papel da organização dos produtores por meio da COOPERCAT foi o principal diferencial para garantir a sustentabilidade produtiva, ambiental e econômica da lavoura de transgênico. Os autores ainda afirmam que:

Dentro deste sistema os produtores tiveram acesso a maquinários para as etapas de manejo da cultura e de crédito para o financiamento dos insumos, inclusive dentro do financiamento a exigência era por uma semente certificada no caso de OGMs. Outro fator é a assistência técnica que é o elemento fundamental para que a cultura seja conduzida de forma adequada (SILVEIRA et al., 2012, p. 93).

Além das vantagens produtivas, os cooperados se beneficiam de melhores preços no momento da venda, uma vez que negociam a pluma de algodão diretamente no mercado. Já a maioria dos produtores desorganizados vende o algodão em caroço para intermediários. O beneficiamento do algodão entre os produtores da COOPERCAT é realizado por duas mini usinas de descaroçamento desenvolvidas pela Embrapa.

Uma das dificuldades apontada por Silveira et al. (2012) para a não ampliação do número de membros na cooperativa ou mesmo para a expansão da produção na região é a escassez de mão-de-obra para a colheita e a consequente elevação do valor desse serviço. Além da falta de recursos entre os pequenos produtores ou mesmo pela COOPERCAT para a compra de colheitadeiras, há ainda o problema de não existir modelos dessas máquinas adaptados à pequena produção.

Silveira et al. (2012) e Araújo Filho et al. (2012) destacam que no ano de 2011, o algodão produzido pelos cotonicultores cooperados de Catuti obteve uma certificação do programa da organização internacional *Better Cotton Initiative* (BCI). Essa certificação pode contribuir diretamente para a valorização do produto, principalmente no mercado internacional.

O BCI tem o objetivo de criar uma mudança de longo prazo ajudando produtores a cultivar o algodão de uma maneira que reduza o impacto ambiental local e melhore a vida e o bem estar de comunidades de produtores (BETTER COTTON, 2011). Para obter a certificação BCI o produtor precisa atingir requisitos mínimos relacionados ao uso de pesticidas, preservação do solo, conservação da água, conservação de *habitats* naturais, qualidade da fibra e promover trabalho decente. O produtor deve mostrar melhora contínua nos critérios estabelecidos para permanecer certificado (BETTER COTTON, 2011).

#### **1.4) Conclusão**

Os contínuos aumentos de produção e produtividade obtidos na região de Cerrado posicionaram o país entre os maiores produtores e exportadores de pluma do mundo. Essa nova forma de se produzir algodão em grandes propriedades com o uso intensivo de insumos químicos e da mecanização em todas as etapas produtivas, pouco herdou do padrão produtivo que vigorava nas duas regiões que anteriormente detinham a maior parcela da produção nacional.

Os modelos de produção praticados nas regiões Nordeste e Meridional apresentavam um padrão até certo ponto similar, baseado na utilização intensiva de mão-de-obra, no uso intensivo da terra, na baixa produtividade do trabalho e na baixa qualidade da fibra produzida, associado ao cultivo do algodão em pequenas propriedades em regime de arrendamento ou parceria.

Apesar de não ter sido a causa da decadência dos pequenos e médios produtores das regiões Nordeste e Meridional, o deslocamento da cotonicultura para o Centro-Oeste em bases empresariais gerou uma mudança tão drástica na forma de se produzir algodão que praticamente colocou a margem a possibilidade do ressurgimento de um modelo de produção dominante baseado em agricultores familiares.

Inseridos muitas vezes em regiões desfavoráveis sobre aspectos edafoclimáticos e sujeitos a restrições tecnológicas, de acesso a crédito e organizacionais, os pequenos produtores que ainda permanecem na cotonicultura apresentam grandes dificuldades em serem competitivos em relação aos produtores do Cerrado.

Porém, em algumas regiões do semiárido brasileiro a pequena cotonicultura vem buscando alternativas de produção capazes de inseri-la em nichos de mercado que permitam a obtenção de diferenciais de preço, como a produção de algodão colorido e de algodão

agroecológico. Além disso, a experiência exitosa de cultivo de sementes transgênicas no norte de Minas Gerais mostra que os pequenos produtores, quando organizado, ainda podem ser competitivos, mesmo ofertando um produto similar ao dos grandes cotonicultores.

Nesses casos de êxito da pequena cotonicultura, um ponto fundamental para o sucesso, além da capacidade de organização, é a infraestrutura de processamento do algodão colhido. A mini usina desenvolvida pela Embrapa vem permitindo que os produtores obtenham maiores rendimentos com a venda da pluma de algodão.

## **CAPÍTULO 2 – AS SEMENTES GENETICAMENTE MODIFICADAS**

### **2.1) Introdução**

Apesar dos posicionamentos divergentes sobre as aplicações da biotecnologia na agricultura, as sementes geneticamente modificadas vêm sendo cultivadas em diversos países há quase vinte anos. Alguns autores argumentam que o controle tecnológico exercido pelo setor privado, por meio de patentes, vem contribuindo para a limitação dos eventos transgênicos atuais, a características de resistência a insetos e tolerância a herbicidas, e para a inserção desses eventos somente em culturas agrícolas de interesse comercial. Essas condições levantam dúvidas sobre as capacidades atuais e futuras da biotecnologia em beneficiar pequenos produtores e contribuir para a redução da pobreza.

Este capítulo foi elaborado com o objetivo de discutir o potencial da biotecnologia em gerar benefícios à pequena produção, com atenção especial dada ao cultivo do algodão geneticamente modificado. Em um primeiro momento foi realizada uma revisão bibliográfica com intuito de averiguar como a literatura trata a discussão sobre as capacidades da transgenia em beneficiar a pequena produção e reduzir a pobreza por efeitos diretos e indiretos. Além de discutir o papel atual da transgenia sobre esses aspectos, a revisão foi orientada com a intenção de verificar as atribuições da pesquisa pública e da pesquisa privada no desenvolvimento de eventos transgênicos específicos para os produtores mais pobres, inseridos nos países em desenvolvimento.

Em um segundo momento foi realizado um breve relato sobre a difusão do algodão geneticamente modificado no Brasil, abordando os eventos transgênicos liberados para comercialização até o momento e as cultivares difundidas. Em seguida, foram revisados trabalhos da literatura que tratam dos impactos econômicos das sementes de algodão geneticamente modificadas em alguns países do mundo (Índia, China, África do Sul e Brasil), com ênfase nos impactos do algodão Bt. Verificou-se nesses países, que o desempenho produtivo superior do algodão transgênico, em comparação às sementes convencionais, vem sendo convertido em maiores retornos econômicos aos produtores. Por fim, foi realizada uma breve revisão da literatura com o objetivo de verificar os fatores determinantes à adoção de sementes transgênicas.

## **2.2) Biotecnologia, pequena produção e redução da pobreza**

As sementes geneticamente modificadas vêm sendo utilizadas na agricultura há quase duas décadas. Porém, ainda existem divergências quanto ao papel dessas sementes e os impactos de sua adoção. De um lado, os defensores da transgenia destacam os benefícios econômicos e ambientais gerados pelas sementes transgênicas disponíveis atualmente como redução do uso de inseticidas e de herbicidas de alta classificação toxicológica, ganhos de produtividade e redução de custos de produção. Por outro lado, há aqueles que se opõem ao uso dos transgênicos na agricultura em razão das práticas mercadológicas das grandes corporações que controlam a tecnologia e em razão dos possíveis riscos de longo prazo das sementes transgênicas para a saúde humana e para o meio ambiente.

No entanto, a discussão sobre transgenia na agricultura não se restringe apenas ao antagonismo entre opositores e defensores das sementes geneticamente modificadas. Diversos trabalhos tentam responder se as sementes transgênicas desempenham ou podem vir a desempenhar um papel importante na redução da pobreza, seja por meio de efeitos diretos ou indiretos (De JANVRY et al., 1999; De JANVRY et al., 2005; TRIPP, 2000; LIPTON, 2007; SPIELMAN, 2007; SUBRAMANIAN & QAIM, 2009; QAIM, 2010).

Segundo De Janvry et al. (2005), os efeitos indiretos de uma tecnologia na pobreza e na segurança alimentar são aqueles capturados diretamente pelos produtores adotantes como redução de custos, aumento de produtividade, elevação da receita com a venda de produtos ou mesmo a obtenção de alimentos mais nutritivos ou em maior quantidade para autoconsumo. Os efeitos indiretos afetam outros agentes como trabalhadores, por meio da criação do emprego na agricultura ou em atividades econômicas relacionadas, consumidores de baixa renda, através da redução do preço dos produtos agrícolas, e outros agentes da cadeia produtiva, por meio da indução ao crescimento gerada por incrementos de produtividade na agricultura.

O grau de importância dos efeitos diretos ou indiretos na redução da pobreza depende da estrutura econômica do país ou do local em questão. Os efeitos diretos são mais importantes em regiões onde o setor agrícola tem um peso maior na economia e a pobreza atinge pequenos produtores. Já os efeitos indiretos são mais importantes em regiões onde a pobreza rural afeta majoritariamente àqueles que não possuem terras ou em regiões onde a pobreza é predominantemente urbana. Ainda de acordo com De Janvry et al. (1999, p. 8):

In Africa, designing technological change for small farmers production systems and assisting their diffusion among small holders through rural development interventions are thus key to aggregate poverty reduction. In the case of Latin America, indirect benefits derived from technological change in the fields of large farmers are greater than direct effects derived directly from a technological change that would target their own farms.

Quase que a totalidade das sementes transgênicas disponíveis atualmente possui eventos que atribuem a planta capacidade de expressar tolerância a herbicida ou resistência a insetos. Muitos argumentam que por estarem inseridos em poucos produtos agrícolas (principalmente soja, milho, canola e algodão) e terem sido elaborados para atender às necessidades de grandes produtores intensivos em capital, esses eventos seriam inadequados para os pequenos produtores e a sua adoção teria impactos limitados na redução da pobreza.

Esse argumento pode ser considerado como parcialmente válido para as sementes transgênicas com tolerância a herbicida (TRIPP, 2000; LIPTON, 2007; SPIELMAN, 2007). Por ter um caráter poupador de mão de obra, essas sementes quando adotadas, tendem a reduzir o número de pessoas empregadas no trato de ervas daninhas e conseqüentemente pouco contribuiriam para reduzir a pobreza de forma indireta. Por outro lado, quando cultivadas em regiões com escassez de mão de obra, as sementes tolerantes a herbicida podem contribuir para a redução do custo de produção, podendo, nesse caso, contribuir diretamente para a redução da pobreza entre pequenos produtores. Caso essa redução de custo se converta em preços menores aos consumidores, haveria também a geração de efeitos indiretos positivos.

O caso do algodão Bt na Índia, maior produtor mundial de algodão, é talvez o maior exemplo de que as sementes resistentes a insetos podem trazer benefícios para a pequena produção e serem efetivas no combate a pobreza tanto por efeitos diretos quanto por efeitos indiretos. Assim como na China e na África do Sul, a maior parte da produção indiana é cultivada em propriedades de tamanho inferior a cinco hectares com o uso intensivo de mão de obra (QAIM, 2010). Além de proporcionar redução da aplicação de inseticidas, principalmente os de maior grau de toxicidade, o cultivo dessas sementes vem gerando ganhos de produtividade em decorrência da redução das perdas produtivas oriundas de ataques e pragas. Esses ganhos de produtividade vêm sendo convertidos em maiores lucros para os produtores e em geração de empregos para os trabalhadores, principalmente devido ao aumento da necessidade de mão de obra para a colheita (SUBRAMANIAN & QAIM, 2009; QAIM, 2010).

Os benefícios obtidos na Índia também são observados nas cotoniculturas da China e do México. Porém, a utilização de inseticidas na produção de algodão desses países já era extremamente alta antes da introdução das sementes Bt. Devido a isso, os ganhos de produtividade do algodão Bt têm sido menores do que os ganhos de produtividade observados na cotonicultura indiana, uma vez que as perdas produtivas causadas por ataque de pragas já eram comparativamente menores. Os impactos da transgenia na geração de emprego também são menores na China e no México do que na Índia, pois a criação de empregos na colheita acaba sendo compensada pela redução da necessidade de mão de obra na pulverização (LIPTON, 2007).

Outros autores também discutem condições institucionais necessárias para que a transgenia possa ser colocada a serviço dos produtores mais pobres, seja por meio da introdução dos eventos transgênicos existentes em plantas ligadas a culturas de subsistência, ou mesmo a partir do desenvolvimento de eventos transgênicos com características propícias à pequena produção, como resistência a seca e a enchentes ou com melhor qualidade nutricional (GRAFF et al., 2006; PRAY E NASEEN, 2007; PINGALI & TRAXLER, 2002; POTRYKUS, 2010; ATIKINSON, 2001).

Diferentemente das tecnologias difundidas com a Revolução Verde, que foram desenvolvidas por meio do investimento e da pesquisa pública, os avanços obtidos na biotecnologia agrícola moderna podem ser interpretados como um resultado dos esforços e dos investimentos em P&D conduzidos pelas empresas multinacionais sediadas nos países desenvolvidos, principalmente nos EUA. O principal estímulo ao investimento privado foram as alterações nas regras de direito de propriedade intelectual nos EUA que passaram a permitir que as ferramentas e os produtos criados pela biotecnologia fossem patenteados.

Além de concentrada em empresas multinacionais e nos países desenvolvidos, a pesquisa em transgenia está concentrada em eventos e em culturas agrícolas voltadas para agricultores intensivos em capital e em tecnologia. Pouca pesquisa foi e vem sendo conduzida com foco nas culturas agrícolas de interesse dos produtores pobres dos países em desenvolvimento, como cassava e sorgo (GRAFF et al., 2006). O mercado potencial limitado, a ameaça de pirataria em relação as sementes transgênicas e o alto custo gerado pelas normas regulatórias diminuem as expectativas de retornos das empresas multinacionais nos países em desenvolvimento e

desestimulam o investimento em pesquisas que poderiam beneficiar os produtores mais pobres (PRAY E NASEEN, 2007; SPIELMAN 2007; PINGALI & TRAXLER, 2002).

Dessa forma, a possibilidade dos produtores mais pobres dos países em desenvolvimento obterem maiores benefícios oriundos da transgenia, dependeria da capacidade da pesquisa pública de produzir avanços nessa área ou da capacidade do setor público de criar mecanismos institucionais que estimulem as empresas multinacionais a conduzir pesquisas que favoreçam os mais pobres.

O direcionamento da pesquisa pública em biotecnologia visando à redução da pobreza passaria pela identificação de culturas e possíveis eventos transgênicos que mais interessassem pequenos produtores inseridos em condições edafoclimáticas desfavoráveis. Além disso, a pesquisa pública deveria concentrar esforços e recursos em áreas que o setor privado não tem interesse, o que envolveria a redução do papel da pesquisa pública em atividades que interessam a agricultura comercial de alto valor e as operações de grandes produtores (PINGALI & TRAXLER, 2002).

Os estímulos públicos a pesquisa privada poderiam envolver isenções fiscais, regras que garantam a apropriabilidade dos retornos do investimento em P&D, condições que permitam a redução de custos de pesquisa, pagamentos de prêmios de pesquisa e a formação de parcerias público-privadas. Esses mecanismos devem ser criados com o intuito de que haja um compartilhamento de custos, riscos e benefícios entre os setores público e privado (PRAY E NASEEN, 2007; SPIELMAN 2007; DE JANVRY et al. 2005).

Para De Janvry et al. (1999) o acesso de instituições públicas de pesquisa dos países em desenvolvimento, a tecnologias e conhecimentos relevantes para o desenvolvimento de sementes transgênicas deve ser facilitado por meio da criação de mecanismos institucionais. Esses mecanismos devem gerar condições para que os pesquisadores dos países em desenvolvimento paguem menos pelos direitos de propriedade intelectuais relacionados às tecnologias utilizadas na pesquisa em transgenia do que aqueles que utilizam as tecnologias para exploração comercial:

The cost of accessing patented materials may be a problem for researchers in developing countries. If markets work, discriminatory prices for IPR should emerge whereby researchers in LDCs pay less than researchers who use intellectual property for commercial applications in lucrative markets. There are many precedents of discriminatory pricing for intellectual property and other products that favor developing countries. Pricing rules could be developed that would be especially favorable to research on subsistence foods for peasants in developing countries (DE JANVRY et al., 1999, p. 19).

Apesar das tecnologias chave para o desenvolvimento sementes transgênicas serem de propriedade de empresas multinacionais, há um amplo espaço para cooperação entre os setores público e privado por meio do estabelecimento de parcerias. Para Pray e Naseen (2007) as regras de direito de propriedade intelectual ao permitirem o patenteamento de processos e produtos da biotecnologia, fornecem incentivos para que as empresas compartilhem as tecnologias, uma vez que podem ser remuneradas por isso. Mesmo que as parcerias dependessem de razões puramente humanitárias, o setor público dificilmente enfrentaria dificuldades em acessar tecnologias do setor privado se o objetivo da colaboração for desenvolver sementes transgênicas de interesse de pequenos produtores pobres, em áreas que não sejam de interesse comercial das empresas multinacionais (LIPTON, 2007; POTRYKUS, 2010). Nesse caso, as parcerias com o setor público fundadas em causas humanitárias, não renderiam retornos financeiros diretos ao setor privado, mas proporcionariam ganhos de imagem que poderiam contribuir para a diminuição da oposição as sementes transgênicas em alguns países.

Essas parcerias podem envolver tanto a transferência de eventos de resistência a insetos e tolerância a herbicida para culturas de subsistência, como também o desenvolvimento de eventos que expressem características que atendam aos interesses de pequenos produtores dos países em desenvolvimento como resistência a seca, tolerância a solos ácidos e perecibilidade tardia dos produtos colhidos (LIPTON, 2007; ATIKINSON, 2001). Além disso, as parcerias podem privilegiar o desenvolvimento de eventos transgênicos de segunda geração que beneficiem os consumidores mais pobres através de alimentos com características nutricionais melhoradas (GRAFF et al., 2006; PINGALI & TRAXLER, 2002; DE JANVRY, 2005; POTRYKUS, 2010).

De Janvry et al. (2005) e Graff et al. (2006) ressaltam que os impactos da transgenia na pequena produção e na redução da pobreza dependem não apenas dos eventos em si, mas também da capacidade do setor público de desenvolver cultivares adequadas à inserção dos eventos

transgênicos e com características agronômicas desejadas para as condições edafoclimáticas de cada local. Além disso, produtores e consumidores devem ser consultados antes da definição das prioridades de pesquisa para que as suas reais necessidades possam ser contempladas e para que a transgenia possa vir a ser efetiva no combate a pobreza. Os produtores também devem receber informações detalhadas sobre o funcionamento da tecnologia e sobre os possíveis riscos de sua utilização (LIPTON, 2007; TRIP, 2000).

Dois exemplos recentes que envolvem a utilização da transgenia em prol de produtores e consumidores mais pobres são os casos do feijão resistente ao vírus do mosaico dourado, desenvolvido pela Embrapa, e o do arroz dourado, um transgênico de segunda geração desenvolvido com o objetivo de combater a deficiência de vitamina A, um problema que afeta milhões de pessoas ao redor do mundo.

Mais de 80% da produção brasileira de feijão é colhida em propriedades com tamanho inferior a 100 hectares. Além de ser uma cultura de pequenos e médios produtores, o feijão é um dos alimentos mais importantes na dieta dos brasileiros. Nos últimos anos o país tem importado feijão para atender a demanda interna, uma vez que a produção nacional não tem sido suficiente. Um dos grandes responsáveis por essa insuficiência de produção são as perdas geradas pelo vírus do mosaico dourado (RECH, 2005; PERES, 2001; COSTA E COSTA, 2009).

Cultivares transgênicas de feijão da Embrapa, resistentes a esse vírus, foram liberadas comercialmente no final de 2013. Há, portanto uma expectativa de geração de benefícios da adoção tanto para produtores, com a redução do uso de defensivos, redução do risco de perda produtiva e aumentos de produtividade, quanto para consumidores, em razão de possíveis reduções de preço do produto.

O desenvolvimento do arroz dourado começou no início da década de 1990 em resposta a uma solicitação do *International Rice Research Institute (IRRI)* localizado nas Filipinas. Embora ainda não tenha sido liberado comercialmente em nenhum país, o arroz dourado, foi criado com objetivo de combater um dos principais problemas de segurança alimentar do mundo. Segundo Qaim (2010), cerca de 140 milhões de crianças e 7 milhões de mulheres são afetados por deficiência de vitamina A, sendo que 3 milhões de crianças morrem por ano em razão disso. Das 140 milhões de crianças que sofrem com a deficiência de vitamina A, 35 milhões vive na Índia, país com elevado consumo de arroz. Ainda segundo o autor, a deficiência de vitamina A é mais comum em famílias pobres com uma dieta incompleta sobre aspectos nutricionais.

Ao longo do desenvolvimento do arroz dourado, foram utilizadas 70 tecnologias patenteadas, entre genes e ferramentas (PRAY E NASEEN, 2007; POTRYKUS, 2010). O arroz dourado é um caso de colaboração público-privada em que a biotecnologia foi utilizada com objetivos humanitários. Segundo Potrykus (2010) a liberação gratuita das patentes envolvidas no desenvolvimento do evento, só foi possível, graças ao apoio da Syngenta na negociação com os detentores das tecnologias patenteadas. Além disso, a empresa contribuiu diretamente na pesquisa e no desenvolvimento do evento:

The Golden Rice project was rescued because the private sector invested its know-how, its personnel and its laboratory facilities to advance the development of transgenic events along the lines of established regulatory requirements. It also invested hundreds of experiments into the search for events producing so much pro-vitamin A that half a cup full of Golden Rice a day would protect from malnutrition (POTRYKUS, 2010, p. 580).

Apesar de a Syngenta ter mantido o direito de exploração comercial do arroz dourado, o direito de exploração para uso humanitário pertence aos responsáveis iniciais pelo projeto. Potrykus (2010) deixa claro que o envolvimento da Syngenta esteve atrelado a interesses comerciais, porém os termos do acordo de licenciamento negociado com a empresa preveem que qualquer avanço tecnológico que Syngenta venha a realizar em relação ao arroz dourado, será licenciado ao grupo envolvido no projeto humanitário.

Outra tecnologia que vem sendo desenvolvida pela Embrapa que pode vir a ser de grande importância para a cotonicultura brasileira é um evento transgênico que confere ao algodoeiro resistência à praga do bicudo (SILVEIRA, et al., 2013). O bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*) é uma das principais pragas da cotonicultura brasileira. Por não pertencer a ordem dos lepidópteros, o bicudo não é uma das pragas controladas pelo algodão transgênico Bt, como é o caso do curuquerê, da lagarta rosada e da lagarta da maçã. Portanto, o controle dos níveis de infestação do bicudo depende das estratégias de manejo e principalmente da utilização de inseticidas (SANTOS, 2011).

O evento de resistência ao bicudo beneficiaria tanto grandes como pequenos produtores. Porém, devido ao acesso restrito a defensivos químicos e a baixa utilização do manejo integrado de pragas, é provável que uma variedade transgênica com essa característica de resistência traria benefícios socioeconômicos maiores à pequena produção. Como já visto no Capítulo I, a decadência da produção de algodão arbórea da região Nordeste e a eliminação de uma parcela

dos pequenos produtores da região Meridional, na década de 1980, podem ser atribuídas principalmente aos níveis elevados de infestação desse inseto.

Em um estudo conduzido por Silveira et al. (2013), com o intuito de avaliar a possibilidade de uma parceria público-privada para o desenvolvimento de uma semente transgênica de algodão resistente ao bicudo, verificou-se que as empresas multinacionais do setor de sementes que atuam no Brasil têm pouco interesse em desenvolver um evento transgênico com essa característica. Apenas a Monsanto, na década de 1990, buscou uma aproximação com a Embrapa com esse objetivo, mas naquele momento, foram priorizados acordos de cooperação em outras áreas de pesquisa. Os autores verificaram que as multinacionais consideram o mercado brasileiro de sementes de algodão muito pequeno para o desenvolvimento uma cultivar GM resistente a essa praga, sendo que para a Bayer, uma área plantada de 2 milhões de hectares seria o tamanho mínimo de mercado para que houvesse interesse em um projeto como esse.

Segundo Silveira et al. (2013) a linha de pesquisa conduzida na Embrapa Cenargem com objetivo de desenvolver uma variedade transgênica resistente ao bicudo já gerou duas patentes de genes, uma referente a um gene inibidor de alfa-amiláse e outra a um gene Bt que confere toxicidade média para as larvas de bicudo e para a lagarta militar. A Embrapa já obteve alguns eventos transgênicos transformados com resistência ao bicudo, porém esses eventos acabaram se mostrando instáveis ou incapazes de serem transferidos para as plantas descendentes. A pesquisa vem sendo conduzidas com material genético de propriedade exclusiva da Embrapa e não há parcerias com empresas multinacionais.

### **2.3) A difusão do algodão GM no Brasil**

Desde 2005 a Comissão Técnica de Biossegurança (CTNBio) liberou doze eventos de algodão transgênicos para comercialização (Tabela 1). Os eventos liberados até o final de 2013 permitem que o algodoeiro expresse duas características: resistência a insetos e tolerância a herbicidas.

**Tabela 2: Eventos transgênicos aprovados para comercialização no Brasil**

Aprovação para plantio	Nome do Evento	Resistência a insetos	Resistência a herbicidas	Empresa Proprietária
2005	MON 531 (Bollgard I)	Sim	Não	Monsato
2008	LL25 (Libert Link)	Não	Sim	Bayer
2008	MON 1445	Não	Sim	Monsanto
2009	281-24-236/3006-210-23 (Widestrike)	Sim	Sim	Dow Agrosience
2009	MON 15985 (BOLLGARD II)	Sim	Não	Monsanto
2009	MON 531 x MON 1445	Sim	Sim	Monsanto
2010	GHB614	Não	Sim	Bayer
2011	GHB 119 x T304-40 (TwinLink)	Sim	Sim	Bayer
2011	MON 88913	Não	Sim	Monsanto
2012	GLYTOL X TWINLINK	Sim	Sim	Bayer
2012	GLYTOL X LIBERTYLINK <sup>1</sup> <sup>2</sup>	Não	Sim	Bayer
2012	Bollgard® II RR Flex	Sim	Sim	Monsanto

Fonte: CTNBio, 2013

Até o final de 2013, os eventos que foram liberados no Brasil para comercialização estão incorporados em trinta cultivares transgênicas de algodão registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC). O RNC foi instituído pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) por meio da Portaria n° 527, de 30 de dezembro de 1997, e tem o objetivo de habilitar previamente cultivares e espécies para a produção e comercialização de sementes e mudas no Brasil.

Além da concentração da propriedade dos eventos em poucas empresas há também uma concentração das cultivares registradas. Pouco mais da metade das cultivares transgênicas de algodão registradas no RNC pertence a Delta & Pine, que é controlada pela Monsanto, e a outra metade é dividida entre Bayer, Embrapa, Instituto Mato-grossense do Algodão (IMAT) e Dow Agrosience. Metade das cultivares registradas possui eventos com genes empilhados, podendo assim, expressar simultaneamente mais de uma característica tolerância ou resistência.

As quatro cultivares da Embrapa utilizam o evento de propriedade da Monsanto, MON 88913. Já o IMAT possui uma cultivar com o evento LL25 da Bayer que confere a planta resistência ao herbicida glufosinato de amônio e duas cultivares com o evento Bollgard II RR Flex

<sup>2</sup> Esse evento torna o algodoeiro resistente a dois herbicidas: glifosato e glufosinato de amônio.

da Monsanto. Além de estar presente nas cultivares do IMAT, o evento Bolgard II RR Flex está inserido em mais seis cultivares da Delta & Pine.

A Delta & Pine ainda possui mais quatro cultivares com o evento MON 531 X MON 1445, que também apresenta característica de resistência a insetos e ao glifosato. Apenas seis cultivares transgênicas da empresa expressam somente uma característica de resistência. Duas cultivares possuem o evento MON 1445, duas o evento MON531 e as duas possuem evento MON 88913. Todos os eventos incorporados as cultivares da Delta & Pine foram desenvolvidos por sua empresa controladora, a Monsanto.

Duas das cinco cultivares registradas para a Bayer receberam o evento GLYTOL X TWINLINK. Esse evento torna o algodoeiro resistente a dois herbicidas, glifosato e glufosinato de amônio. As outras cultivares da empresa expressam apenas uma característica. Duas cultivares possuem o evento LL25, desenvolvido pela Bayer, que torna o algodoeiro resistente ao glufosinato de amônio. Uma das cultivares da Bayer contém o evento 281-24-236/3006-210-23 (*widestrike*), desenvolvido pelo Dow Agrosience, e que torna a planta resistente a insetos. A Dow Agrosience detém apenas uma cultivar transgênica registrada com o evento 281-24-236/3006-210-23 (*widestrike*).

O lançamento das primeiras cultivares transgênicas de algodão no Brasil ocorreu logo após a liberação comercial em 2005. Nas três safras posteriores, os cotonicultores tiveram acesso apenas as cultivares transgênicas da Delta & Pine: *Nuopal* e *Deltapine 90B*. Ambas as cultivares possuem o evento *MON 531 (Bollgard I)* da Monsanto e são resistentes a insetos (SILVEIRA et al., 2012). Desde o início do processo de difusão, as cultivares resistentes a insetos foram adotadas tanto por grandes produtores dos Estados do Centro-Oeste e do Oeste baiano, quanto por pequenos produtores familiares (SILVEIRA et al. 2012).

Somente a partir da safra 2009/2010 os produtores passaram a plantar, além das cultivares mencionadas, a cultivar *FM 966 LL* que possui o evento *LL25 (Libert Link)*, que torna a planta resistente ao glufosinato de amônio. Tanto a cultivar quanto o evento pertencem a Bayer. Alves et al. (2012) constataram que as cultivares transgênicas de algodão não tem sido utilizadas amplamente em todas as regiões brasileiras e que os grandes produtores que adotam tem preferido a cultivar *FM 966 LL* em detrimento das cultivares com resistência a insetos.

Apesar de trinta cultivares transgênicas de algodão estarem registradas no RNC, as sementes disponíveis no mercado brasileiro estão restritas quase que exclusivamente as duas

cultivares da Delta & Pine e a cultivar da Bayer, mencionadas anteriormente. A existência de poucas cultivares transgênicas disponíveis e a indisponibilidade de sementes dessas cultivares em algumas regiões também tem limitado a adoção de organismos geneticamente modificados na cotonicultura brasileira (ALVES et al., 2012). A taxa de adoção das variedades transgênicas de algodão para a safra 2011/2012 foi de 32% (CELERES, 2011). Essa taxa tem se mantido estável nos últimos anos.

#### **2.4) Impactos econômicos das sementes transgênicas de algodão**

A maioria dos estudos realizados no mundo sobre os impactos econômicos das sementes transgênicas tem principalmente como objeto de análise as sementes de algodão que expressam resistência a insetos. Diversos trabalhos (QAIM, 2003; BENNET et al., 2004; MORSE et al., 2005; PRAY et al., 2001; ISMAEL et al., 2002) tratam especificamente dos impactos da adoção das sementes Bt na pequena produção.

Qaim (2003) avaliou o desempenho do algodão Bt na Índia com base em dados de testes de campo coletados a partir de uma amostra de 154 produtores. Em cada propriedade os testes foram conduzidos em três diferentes lotes, com área de 642 metros quadrados. No primeiro lote plantava-se uma variedade híbrida de algodão Bt, no segundo lote era plantada a mesma variedade híbrida sem o gene Bt e o no terceiro lote plantava-se uma variedade híbrida tradicionalmente utilizada na região.

Os lotes que continham variedades híbridas Bt foram pulverizados três vezes menos para controlar lagartas do que os outros cultivados com variedades híbridas sem o gene Bt. Além disso, nos lotes cultivados com as variedades híbridas Bt foi aplicado apenas um terço da quantidade pesticida utilizada nos lotes sem as variedades transgênicas. A produtividade média das variedades híbridas de algodão Bt excedeu o valor da produtividade das mesmas variedades híbridas sem o gene Bt em 80%. Em comparação com as variedades híbridas de uso comum nas regiões, a variedade Bt se mostrou 87% mais produtiva. Segundo Qaim (2003), esses ganhos de produtividade resultam de um melhor controle de pragas proporcionado pelo gene Bt.

O custo total de produção dos lotes cultivados com a variedade Bt foi levemente inferior ao dos outros lotes. Essa diferença não foi muito elevada em razão de a redução de custos com a aplicação de pesticidas ter sido contrabalanceada pela elevação dos custos de mão-de-obra

destinada a colheita. A margem bruta nos lotes cultivados com as variedades híbridas Bt foi cinco vezes maior do que a margem bruta dos lotes cultivados com as variedades híbridas sem o gene Bt. Isso ocorreu principalmente em decorrência da elevada produtividade das variedades Bt que em média proporcionaram uma receita duas vezes maior do que a das outras variedades.

Bennet et al. (2004) também analisaram os impactos nos custos e nos retornos do algodão Bt na Índia. Diferentemente de Qaim (2003), os dados utilizados pelos autores não foram obtidos a partir de testes de campo, mas de produtores que atuavam em condições comerciais. A amostra foi composta por 2709 produtores em 2002 e 787 em 2003. Os produtores selecionados possuíam ao menos um lote com algodão Bt e um lote com algodão não Bt.

O custo médio com a aplicação de pesticida em 2002 foi 32% menor para os lotes com algodão Bt em comparação aos lotes com algodão não Bt. Em 2003 esse valor foi de 17%. Apesar dessa vantagem de custo em relação a aplicação de pesticida, o custo médio total de produção (pesticida + semente) foi, em 2002 e 2003, respectivamente 15% e 5%, maior para os lotes com algodão Bt em comparação com os lotes cultivados com algodão não Bt. Os autores atribuem esse resultado ao elevado preço da semente transgênica de algodão. A produtividade do algodão Bt foi 43% mais elevada do que a das variedades não Bt em 2002 e 73% maior em 2003. Esses valores proporcionaram uma margem bruta elevada para a variedade transgênica em comparação às outras. A margem bruta do algodão Bt foi em 2002 e 2003, respectivamente, 43% e 73% maior do que a das variedades não Bt.

Ainda na Índia, Morse et al (2005) compararam o desempenho de duas variedades híbridas oficiais de algodão Bt, uma variedade híbrida não oficial de algodão Bt (gerações F1 e F2) e uma variedade híbrida não Bt. Foram consideradas como variedades oficiais aquelas que passaram por um processo de aprovação e como variedades não oficiais as que não passaram por tal processo. O trabalho teve como objetivo classificar os três tipos de variedades em termos de margem bruta. Os dados da pesquisa foram coletados a partir de entrevistas conduzidas com 622 produtores de algodão. Assim como a pesquisa de Bennet et al. (2004), no trabalho de Morse et al. (2005) o desempenho das variedades foi medido sob condições comerciais ao invés de testes de campo.

As duas variedades híbridas Bt oficiais se mostraram 37% e 20% mais produtivas do que as variedades híbridas não Bt. A geração F1 da variedade híbrida Bt não oficial teve produtividade 14% maior do que a variedade convencional, enquanto que a geração F2 dessa

variedade não apresentou diferença de produtividade em relação à variedade não transgênica. O custo das sementes transgênicas oficiais foi superior em relação às outras, sendo as sementes convencionais as mais baratas. O custo com a aplicação de pesticidas também foi maior para as variedades convencionais.

O preço obtido com a venda do algodão oriundo das variedades Bt foi superior ao valor obtido com a venda do algodão oriundo da variedade convencional. Isso ocorreu em razão da semente Bt ter gerado um algodão com melhor qualidade de fibra e com menor quantidade de manchas na pluma. A alta produtividade combinada com preços elevados no momento da venda gerou uma receita para as variedades Bt maior do que a gerada para as variedades convencionais. Em contrapartida, as variedades convencionais apresentaram um menor custo produtivo. Considerando as receitas e os custos, a margem bruta das variedades Bt oficiais foi maior do que a margem bruta das variedades bt não oficiais e do que a das variedades convencionais. Assim como Bennet et al. (2004), o trabalho de Morse et al. (2005) apresenta a restrição de não considerar os custos de mão-de-obra na colheita na composição do custo total.

Pray et al. (2001) analisaram os impactos econômicos e ambientais da utilização do algodão Bt na China. Foram entrevistados 283 produtores de algodão do norte da China entre as duas últimas semanas de novembro e a primeira semana de dezembro de 1999. Esses produtores possuíam propriedades pequenas com no máximo 0,75 hectares de terra. O estudo envolveu produtores de diversas variedades de algodão Bt e de algodão não Bt.

A quantidade de inseticida aplicada nas variedades de algodão não Bt foi cinco vezes maior do que a quantidade aplicada nas variedades Bt. Os casos de envenenamento por pesticidas ocorreram com menor frequência entre os produtores de algodão Bt. Entre os produtores de variedades convencionais de algodão, 22% reportaram envenenamento. Já entre os produtores de algodão Bt esse valor foi de 4,7%. O benefício líquido das variedades Bt foi maior do que os das variedades convencionais de algodão em razão de o custo total de produção das variedades Bt ter correspondido a 80% do valor do custo total das variedades convencionais.

Ismael et al. (2002) entrevistaram 100 pequenos produtores na região de Makhathini Flats na África do Sul, ao longo de duas safras, para avaliar os impactos econômicos da adoção do algodão Bt. A amostra foi composta por 19 adotantes e 81 não adotantes em 1998/1999 e por 60 adotantes e 40 não adotantes em 1999/2000.

A produtividade dos adotantes do algodão Bt na safra 1998/1999 foi 18% superior a dos não adotantes. Em 1999/2000 a produtividade dos adotantes foi 60% maior. O preço da semente transgênica foi de aproximadamente o dobro do valor cobrado pela variedade não transgênica. Porém, o preço mais elevado da semente transgênica foi compensado pela redução do custo com inseticida em 13% no primeiro e em 38% no segundo ano. Considerando os custos e os ganhos de produtividade, a margem bruta dos adotantes foi 11% maior do que a dos não adotantes em 1998/1999 e 77% maior em 1999/2000.

No Brasil, a partir de uma pesquisa de campo realizada na safra 2007/2008, Galvão (2008) verificou que os grandes cotonicultores do oeste baiano e do Mato Grosso, que cultivam algodão Bt, têm obtido valores de produtividade maiores do que os produtores dessas mesmas regiões que cultivam algodão convencional. Apesar do preço da semente Bt ter sido maior, o custo total de produção do algodão transgênico foi menor do que o observado para o algodão convencional. Assim como ocorreu em outros países, ao se considerar o custo total e a receita, verificou-se uma margem bruta maior para o algodão Bt.

Diferentemente do que ocorre no caso da tecnologia de resistência a insetos, foram realizados poucos estudos sobre os impactos econômicos das variedades resistentes a herbicida. Alves et al. (2012) avaliaram o desempenho econômico de cultivares transgênicas de algodão resistentes ao glufosinato de amônio por meio de uma pesquisa de campo conduzida na safra 2010/2011 em três estados: Mato Grosso, Goiás e Bahia.

Naquele ano, as cultivares resistentes ao herbicida em questão foram encontradas somente em Campo Novo dos Parecis (Mato Grosso) e Mineiros (Goiás). Em ambas as regiões, o custo total de produção foi menor para o algodão transgênico do que o verificado para o algodão convencional. Isso ocorreu em razão do algodão transgênico ter exigido menores gastos com herbicidas, operações mecânicas, capina manual e mão-de-obra. Por não ter ocorrido diferenças de produtividade e de preço de venda entre o algodão transgênico e convencional nessas regiões, o retorno por real investido sobre o custo total foi superior nas variedades transgênicas.

Resultados similares ao de Alves et al. (2012) também foram identificados por Qaim & Traxler (2005) no caso da soja resistente a glifosato na Argentina e por Brookes (2005) em relação a soja resistente a glufosinato de amônio na Romênia. Em ambos os casos a margem bruta da soja transgênica foi maior do que a verificada para a soja convencional, em razão da redução dos custos produtivos relacionados a herbicidas e manejo de plantas daninhas.

Em geral, a redução de custos com defensivos nas cultivares resistentes a herbicida não está relacionada a uma menor quantidade aplicada de produto, mas com a capacidade que o glifosato e o glufosinato de amônio possuem de substituir herbicidas de preços mais elevados e de maior grau de toxicidade. No trabalho de Qaim e Traxler (2005), apesar do custo com herbicida ter sido menor nos campos com soja RR em comparação aos campos com soja convencional, o número de pulverizações e a quantidade de glifosato foi muito superior nos campos com soja transgênica.

## **2.5) Adoção de sementes transgênicas na agricultura**

Diversos trabalhos foram realizados com o intuito de identificar fatores que determinam a adoção de sementes transgênicas na agricultura. Alguns autores condicionam a adoção a atributos socioeconômicos dos produtores e a características dos sistemas de produção (KOLADY e LESSER, 2006; BREUSTEDT et al., 2008; ALEXANDER e VAN MELLOR, 2005; FERNANDEZ-CORNEJO et al., 2001). Já outros autores colocam o *royalty* cobrado pela tecnologia como questão central na adoção de sementes transgênicas (QAIM e De JANVRY, 2003; HUBBELL et al., 2000).

Fernando-Cornejo et al. (2001) utilizaram um modelo Tobit com dois limites para examinar os fatores que condicionam a adoção de duas tecnologias: sementes geneticamente modificadas e agricultura de precisão. Os autores concluíram que propriedades maiores nas quais os produtores possuam nível educacional elevado, apresentam maior probabilidade de adotar tanto as tecnologias referentes a agricultura de precisão quanto sementes geneticamente modificadas.

O tamanho da propriedade, juntamente com a idade do produtor e a incidência da praga na região, também foi um fator crucial para explicar a adoção da variedade milho transgênico resistente a broca do milho em Indiana nos Estados Unidos (ALEXANDER e VAN MELLOR, 2005). Contudo, o fator mais importante para a adoção dessa variedade foi a experiência anterior do produtor com o milho Bt.

Kolady e Lesser (2006) empregaram um modelo probit bivariado para avaliar como os produtores de berinjela indianos, que cultivavam variedades híbridas e variedade de polinização aberta, reagiriam à introdução de variedades de berinjela com o gene Bt no mercado, sendo uma

variedade híbrida, pertencente a uma empresa privada, e as outras, variedades de polinização aberta que seriam disponibilizadas por instituições públicas. Os resultados mostraram que os produtores que cultivavam berinjela híbrida, em geral, possuíam maior acesso a crédito, maiores áreas cultivadas e maior nível educacional. Esse grupo estaria mais disposto a adotar a variedade de berinjela híbrida Bt. Já os produtores que cultivavam variedades de berinjela de polinização aberta possuíam recursos limitados e apresentaram maior probabilidade de adotar as variedades Bt de polinização aberta. A maioria dos produtores dispostos a cultivar a variedade de berinjela híbrida Bt no primeiro ano continuaria com esse cultivo mesmo que variedades de berinjela de polinização aberta com o gene Bt estivessem disponíveis no mercado a preços inferiores. Assim, essas variedades não podem ser consideradas bens substitutos para a maioria dos produtores.

Breustedt et al. (2007) construíram um modelo probit multinomial para identificar os condicionantes à adoção de colza geneticamente modificada na Alemanha antes de seu lançamento comercial. No experimento conduzido, foram apresentados aos produtores conjuntos de escolha que continham cada um, duas opções de cultivo de colza geneticamente modificada e uma alternativa de colza convencional. Cada alternativa foi caracterizada por um conjunto de atributos como margem bruta, probabilidade de polinização cruzada e atitudes dos produtores vizinhos em relação aos cultivos geneticamente modificados. Os produtores tinham que escolher a sua alternativa preferida para cada conjunto de escolha. Os resultados do trabalho mostraram que produtores mais velhos, com criança menores de 16 anos, que moram nos arredores de cidades e que possuíam vizinhos hostis a transgenia eram significativamente menos propensos a adotar colza transgênica do que os produtores que não possuíam essas características. Já os produtores com maior nível educacional e com propriedades maiores se mostraram mais propensos a adotar a colza transgênica.

Qaim e de Janvry (2003) utilizaram o método de avaliação contingente para estimar a propensão a pagar pelo algodão Bt na Argentina. A hipótese do trabalho era a de que o preço cobrado pelo algodão Bt na Argentina restringia uma maior adoção pelos produtores e que preços mais baixos, além de impulsionar a difusão, levariam a um lucro mais elevado para a empresa fornecedora de sementes. Para estimar a propensão a pagar pelo algodão Bt, os produtores que não adotaram o cultivo ao preço atual de mercado de \$103, foram questionados se passariam a adotar a variedade a um preço de mercado inferior hipotético que variava de questionário para

questionário. Os preços demonstrados aos produtores variavam entre \$90 e \$25 com acréscimos aleatórios de \$10.

O valor da propensão a pagar média para o algodão Bt na Argentina foi de \$48, menos da metade do valor cobrado atualmente pela empresa monopolista. Produtores maiores têm propensão a pagar maior pelo algodão Bt do que os produtores menores. A propensão a pagar média para os minifúndios foi de \$38, para as pequenas propriedades foi de \$52 e para as médias e grandes propriedades foi de \$83. Ao preço da semente de \$103, o lucro da empresa fornecedora da semente Bt é de \$1,7 milhão. Os lucros aumentam em uma condição de preços decrescentes até o preço de \$58. A esse nível preço, estima-se que o lucro da empresa seria de \$6,1 milhão.

Hubbel et al. (2000) utilizaram o método de avaliação contingente para estimar a propensão a pagar por uma variedade de algodão Bt nos Estados Unidos. Os autores combinaram dados de preferências reveladas e declaradas. As preferências reveladas foram obtidas a partir das escolhas das sementes que foram cultivadas por todos os produtores da amostra considerando a taxa tecnológica da semente de algodão Bt de \$32/acre. Já as preferências declaradas foram obtidas a partir das respostas dos produtores não adotantes a uma questão que avaliava a percepção desse grupo em relação a preços hipotéticos, inferiores a taxa de \$32/acre. Essa questão de escolhas dicotômicas apresentava valores de taxa tecnológica que variavam de \$0/acre a \$25/acre, com incrementos de \$5/acre que eram dispostos aleatoriamente entre os produtores não adotantes.

A propensão a pagar média estimada para os produtores que não adotaram inicialmente o algodão Bt foi de \$18/acre. Para esse grupo, a propensão a pagar variou de \$14/acre para os agricultores com baixo nível educacional e sem experiência com resistência a insetos a \$25/acre para produtores que concluíram o ensino médio e enfrentaram resistência a insetos na produção em 1995. Combinando os dados de preferências reveladas e declaradas de toda a amostra de produtores foi obtida uma propensão a pagar média de \$30/acre, variando de \$22/acre a \$40/acre em razão dos mesmos fatores que explicam a variação na parcela da amostra correspondente aos produtores não adotantes. Além de possuir nível educacional mais elevado e experiência com resistência a insetos, os adotantes possuem a maior parcela da renda oriunda da cotonicultura e maiores áreas cultivadas com o algodão. Já a principal limitação que os não adotantes indicaram para justificar a não adoção do algodão Bt foi a taxa tecnológica de \$32/acre.

## 2.6) Conclusão

Os trabalhos sobre adoção tecnológica que foram revisados convergem em apontar o tamanho da propriedade, o nível educacional e o *royalty* cobrado pela tecnologia como determinantes da adoção de sementes transgênicas. Esses resultados corroboram com o argumento de que as sementes transgênicas atuais foram desenvolvidas para atender a necessidade de grandes produtores intensivos em capital.

No entanto, os estudos sobre os impactos econômicos do algodão Bt mostram que mesmo as sementes transgênicas disponíveis atualmente no mercado podem beneficiar pequenos produtores. Nos países em que a produção de algodão é realizada majoritariamente em pequenas áreas como China, Índia e África do Sul, a adoção de sementes Bt vem gerando redução de custos com inseticidas e incrementos de produtividade. Esses incrementos de produtividade resultam da diminuição das perdas produtivas geradas por ataques de insetos. Os estudos sobre os impactos econômicos do algodão Bt também sugerem que o *royalty* cobrado pela transgenia não vem impedindo que os produtores desses países obtenham maiores retornos financeiros com o cultivo do algodão Bt.

No Brasil, a existência de poucas cultivares transgênicas de algodão e a indisponibilidade de sementes dessas cultivares tem limitado a adoção de transgênicos na cotonicultura. Porém, mesmo com essa limitação, as sementes transgênicas de algodão vêm sendo adotadas por grandes e pequenos produtores. O êxito de pequenos produtores no cultivo do algodão Bt, observado nos países citados anteriormente, também vem sendo obtido por pequenos produtores brasileiros no Norte de Minas Gerais.

Apesar dos resultados econômicos positivos obtidos pela pequena produção com o cultivo do algodão Bt, para que a biotecnologia continue beneficiando pequenos produtores e contribua para a redução da pobreza, há a necessidade de uma maior atuação do setor público. Essa atuação pode ocorrer por meio do investimento em pesquisa pública ou por meio da criação de mecanismos que incentivem o setor privado a transferir ou desenvolver tecnologias que beneficiem a pequena produção.

Esses mecanismos, que podem envolver desde contrato de prestação de serviços a parcerias público-privadas, devem garantir a apropriabilidade de investimento em pesquisa e permitir o compartilhamento de riscos, custos e retornos. As necessidades dos pequenos

produtores e dos consumidores mais pobres devem ser consideradas no momento da decisão sobre quais culturas agrícolas receberão os eventos transgênicos existentes e na definição das características de interesse dos novos eventos transgênicos que serão pesquisados.

## **CAPÍTULO 3 – DETERMINANTE À ESCOLHA DE SEMENTES TRANSGÊNICAS POR PEQUENOS PRODUTORES DE ALGODÃO**

### **3.1) Introdução**

O objetivo deste capítulo é analisar os padrões de produção de algodão no Brasil e estimar a utilidade dos pequenos produtores por novas variedades de algodão. Atenção especial foi dada as características que diferenciam os produtores de algodão transgênico - Bt e RR - e algodão não transgênico – colorido, orgânico e convencional branco. As análises são baseadas em dados primários obtidos de 175 pequenos produtores nas principais regiões produtoras do Brasil. Por existir uma grande concentração da produção nesse setor, essa amostra pode ser considerada altamente representativa do universo de pequenos produtores do Brasil.

As sementes transgênicas podem ser consideradas uma das mais importantes tecnologias adotadas recentemente na produção de algodão. No Brasil são cultivados dois tipos de algodão geneticamente modificado, aqueles com resistência a insetos e aqueles resistentes ao herbicida glifosato. A taxa de adoção transgênico no Brasil foi estimada em 32% durante a safra 2011/2012, com quase 470 mil hectares (CELERES, 2011).

Para analisar os padrões de adoção de algodão geneticamente modificado no Brasil, duas considerações devem ser levadas em conta: i) a organização da estrutura de produção e ii) a incidência de pragas. Diferenças extremas no clima, pragas e doenças que afetam a produção entre e dentro das regiões brasileiras reforçam a importância do papel das novas tecnologias de sementes geneticamente modificadas.

A cadeia produtiva do algodão está bem documentada na literatura, mas há certos aspectos das mudanças recentes na produção de algodão que não são amplamente discutidos. Por exemplo, quais são as características sociais, econômicas e produtivas que determinam a escolha dos produtores por um tipo de semente ou sistema de produção de algodão no Brasil: algodão Bt, algodão RR, algodão colorido, algodão orgânico e algodão convencional branco? Além disso, os produtores mudariam as suas escolhas caso novas variedades estivessem disponíveis? Este capítulo busca responder essas e outras questões, baseando as suas análises em um estudo pioneiro sobre a produção de algodão transgênico entre pequenos produtores no Brasil. Para isso

são analisadas as preferências reveladas e declaradas dos produtores por diferentes sementes ou sistemas de produção de algodão.

Na seção 3.2 foram analisadas as preferências reveladas e declaradas dos produtores de algodão pelo tipo de semente ou sistema de cultivo adotado, a partir de dados amostrais. A denominação “sistema de produção” é necessária em razão da presença de produtores de algodão orgânico na amostra. O que caracteriza esse grupo não é adoção de um tipo de semente, mas de um sistema produtivo que pode utilizar qualquer uma das sementes <sup>3</sup>consideradas neste estudo. Na seção 3.3 encontram-se as principais conclusões do capítulo.

## **3.2) Análise das preferências reveladas e declaradas de pequenos produtores de algodão pelo tipo de semente ou sistema de cultivo**

### **3.2.1) Material e métodos**

As análises das preferências reveladas e declaradas foram efetuadas a partir dos dados obtidos de 175 questionários aplicados a pequenos produtores de algodão em regiões produtoras dos estados da Bahia, Paraíba, Rio Grande do Norte, Minas Gerais e Goiás. Além das preferências reveladas e declaradas, as informações coletadas com os questionários abrangiam aspectos socioeconômicos do produtor e as características do sistema de produção.

Realizou-se um planejamento amostral não probabilístico por não haver informações apuradas sobre o universo de pequenos produtores para cada tipo de produção de algodão. Assim, os elementos amostrais foram selecionados segundo indicações de especialistas da Embrapa, técnicos e representantes de cooperativas regionais de produtores de algodão.

A relação entre as preferências reveladas dos produtores pelo sistema de produção e as múltiplas categorias de respostas qualitativas do questionário pôde ser melhor compreendida com o emprego da técnica de Análise de Correspondência Múltipla (ACM). Já as preferências declaradas dos produtores em relação ao seu sistema de produção foram avaliadas por meio da análise conjunta.

---

<sup>3</sup> Há a possibilidade de se utilizar sementes de algodão transgênicas (Bt e RR), coloridas ou convencionais. Porém, por questões ideológicas, dificilmente se encontra um produtor de algodão orgânico utilizando variedades transgênicas.

### 3.2.1.1) Características da amostra

Dada a dificuldade para encontrar pequenos produtores que ainda cultivavam o algodão branco convencional, a amostra deste grupo limitou-se a 27 produtores (15,4% da amostra). A maior parte dos produtores selecionados cultivava algodão orgânico (71 produtores ou 40,6% da amostra) e algodão Bt (36 produtores ou 20,6% da amostra). A amostra foi baseada ainda em produtores com área inferior a 2 hectares (57% da amostra), embora os produtores com 5 ha ou mais de área cultivada também representassem parcela expressiva da amostra (25%). As variáveis selecionadas para análise dos padrões de associação entre as escolhas realizadas pelos produtores e suas características socioeconômicas são descritas na Tabela 3.

**Tabela 3 – Descrição das variáveis do questionário e frequências observadas na amostra**

Variável	Descrição	Código	Categoria	%
Tipo	Tipo de semente	1	Bt	20.6
		2	RR	11.4
		3	Orgânico	40.6
		4	Branco	15.4
		5	Colorido	12.0
UF	Unidade da Federação	BA	Bahia	14.9
		PB	Paraíba	33.7
		RN	Rio Grande do Norte	18.3
		MG	Minas Gerais	18.3
		GO	Goiás	14.9
Esc	Maior grau de escolaridade	0	< 1º grau	16.6
		1	1º grau	65.1
		2	2º grau	14.3
		3	3º grau	4.0
Anos	Anos de experiência com atividade rural	1	Até 15	13.7
		2	15 a 30	26.3
		3	Mais de 30	60.0
NRem	Ocupou morador do domicílio não remunerado?	0	Não	6.9
		1	Sim	93.1
Temp	Ocupou trabalhador remunerado temporário?	0	Não	30.3
		1	Sim	69.7
Perm	Ocupou trabalhador remunerado permanente?	0	Não	90.3
		1	Sim	9.7
Cred	Teve acesso a crédito?	0	Não	65.7
		1	Sim	34.3
Area	Área cultivada	1	Até 1 ha	36.0
		2	1 a 2 ha	21.1
		3	2 a 5 ha	18.3
		4	Mais 5 ha	24.6

Motivo	Por que escolheu cultivar esse tipo de algodão?	1	Preço	6.3
		3	Produtividade	20.0
		4	Menos agrotóxico	11.4
		5	Incentivo	25.7
		6	Disponibilidade	18.3
		8	Outros	18.3
Trator	Possui acesso a trator?	0	Não	48.0
		1	Sim	52.0
Mecan	Possui acesso a colhedeira ou plantadeira?	0	Não	83.4
		1	Sim	16.6
Auto	Possui acesso a caminhão ou caminhonete?	0	Não	86.3
		1	Sim	13.7
Bicudo	Ocorre bicudo?	0	Não	40.6
		1	Sim	59.4
Rosada	Ocorre lagarta rosada?	0	Não	69.1
		1	Sim	30.9
Maca	Ocorre lagarta da maçã?	0	Não	71.4
		1	Sim	28.6
Mosca	Ocorre mosca branca?	0	Não	72.6
		1	Sim	27.4
Praga	Ocorre outro tipo de praga?	0	Não	41.1
		1	Sim	58.9
Erva	Ocorre erva daninha?	0	Não	12.6
		1	Sim	87.4

**Fonte: Dados de pesquisa**

### *3.2.1.2) Preferências Reveladas: Análise de Correspondência Múltipla*

A ACM é uma técnica de análise exploratória multivariada que reduz a dimensionalidade das associações, permitindo, em seguida, a representação espacial simultânea e resumida de inúmeras características qualitativas de interesse.

A partir de uma tabela de contingência com múltiplas combinações de categorias qualitativas, a ACM elimina o uso de informações redundantes e determina o número de dimensões pertinentes a serem consideradas para se compreender a estrutura de associações entre as categorias de análise (GREENACRE, 1984). A ACM se baseia na técnica de componentes principais para simplificar a estrutura dos dados, explicando em um número reduzido de dimensões a maior parcela de informação presente nos dados (CUADRAS, 1981). Após identificar as principais dimensões (componentes) representativas da variação dos dados, a análise de correspondência facilita a compreensão da estrutura de associações existente entre as categorias.

Baseando-se em princípios algébricos da decomposição em valores singulares, segundo os quais a estrutura básica de uma matriz pode ser decomposta em valores e vetores básicos, a técnica decompõe a estrutura das distâncias entre as categorias de interesse (distâncias  $\chi^2$ ) em (i) autovalores que representam as contribuições parciais de cada dimensão na variabilidade total, e (ii) autovetores que representam planos de projeção geométrica dos perfis linhas das subpopulações (GREENACRE & HASTIE, 1987). A inércia total corresponde ao grau de distanciamento médio das múltiplas combinações de frequências em relação ao comportamento médio da população. Os  $K$  autovalores  $\lambda_1, \dots, \lambda_K$  obtidos pela decomposição da inércia total são chamados de inércias principais e correspondem às contribuições parciais das respectivas dimensões.

A dispersão geométrica das categorias no espaço definido pelas dimensões da análise de correspondência mostra a natureza das associações entre as variáveis qualitativas do problema. Grupos de categorias próximas revelam similaridades nas associações, enquanto grupos distantes significam repulsão entre as categorias (HOFFMANN & FRANKE, 1986). Categorias próximas à origem de uma dimensão (*centróide*) significam baixas contribuições para a respectiva inércia principal, ou seja, suas frequências pouco se distinguem em relação à estrutura representada pela dimensão.

### *3.2.1.3) Preferências Declaradas: Análise Conjunta*

Foi aplicada uma análise conjunta para avaliar como os agricultores estimam suas preferências em termos de seu sistema de produção de algodão. Os dados foram coletados nas entrevistas com produtores descritas anteriormente, a partir de perguntas nas quais os agricultores eram questionados sobre as suas preferências para as diferentes características dos sistemas de algodão. Para cada alternativa de sistema apresentada ao produtor, foi estimado um valor para sua utilidade ordinal. O objetivo é calcular o valor da utilidade de tal maneira que as utilidades de cada sistema sejam tanto quanto possível semelhantes às ordenações de classificação original.

Diferentes formatos de estudos de escolha podem ser aplicados, por exemplo: escolha contingente, classificação contingente e ordenação contingente (GONZALES et al., 2004). Escolha contingente pede ao entrevistado para relatar uma escolha em um conjunto de alternativas. Este formato fornece dados fracamente ordenados, uma vez que apenas uma resposta

não permite uma ordenação completa das preferências (LOUVIERE et al., 2000). No formato de classificação contingente, os entrevistados classificam cada conjunto de alternativa em uma escala de classificação da categoria. Embora os dados neste formato sejam melhores ordenados do que na escolha contingente, o modelo faz suposições muito fortes sobre as capacidades cognitivas do ser humano (LOUVIERE et al., 2000). Nesse trabalho foi utilizada a ordenação contingente. Este formato fornece uma ordem de preferência completa, embora sem nenhuma informação sobre as diferenças em relação ao grau de preferência.

Nessa pesquisa contingente, foi solicitado aos entrevistados que ordenassem um conjunto de alternativas, cada uma descrevendo características diferentes da produção de algodão. As alternativas de sistemas de algodão apresentadas aos produtores representavam as cinco produções mais comuns no país: algodão Bt, algodão RR, algodão branco convencional, algodão orgânico e algodão colorido. Não foram consideradas diferenças entre os preços pagos pelas sementes por dois motivos principais: i) não havia diferenças expressivas entre os preços médios das sementes no país; ii) os pequenos produtores usualmente não pagam pelas sementes, que costumam ser doadas por cooperativas, prefeituras e outras instituições locais de apoio à agricultura. Apenas a distinção das sementes transgênicas foi realizada, considerando os seguintes atributos: certificadas, com pagamento médio de *royalties* de R\$ 55 por hectare; e piratas, sem pagamento de *royalties* e sem garantia de procedência.

As preferências dos produtores para cada tipo de sistema foram modeladas por um *rank-ordered logit model*, ou modelo logit de classificação ordenada (ALLISON E CHRISTAKIS, 1994). Primeiro, seja  $U_{ij}$  a utilidade atribuída à  $j$ -th alternativa pelo produtor  $i$ . Podemos assumir que  $U_{ij}$  seja uma variável aleatória com um componente sistemático (determinístico)  $\eta_{ij}$  e um erro não observável  $\varepsilon_{ij}$ :

$$U_{ij} = \eta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Embora a utilidade  $U$  não seja mensurada no experimento, podemos estimar a probabilidade de um produtor escolher a alternativa  $j$  em comparação à alternativa  $k$ . O produtor apenas optará pela alternativa  $j$  em comparação à  $k$  caso sua utilidade  $U_{ij}$  seja maior que  $U_{ik}$ . Assim, se  $Y_i$  representa a escolha feita pelo produtor  $i$ , a probabilidade de este escolher a alternativa  $j$  será dada por:

$$\Pr(Y_i = j) = \Pr(U_{ij} > U_{ik})$$

A partir de alguns pressupostos sobre a distribuição do termo de erro  $\epsilon_{ij}$ , pode-se modelar esta probabilidade por:

$$\Pr(Y_i = j) = \frac{e^{\eta_{ij}}}{e^{\eta_{ik}}}$$

Assim, o componente sistemático  $\eta_{ij}$  pode ser expresso como uma função das características dos produtores ( $\mathbf{x}_i$ ):

$$\eta_{ij} = \mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta}_j$$

Onde os coeficientes no vetor  $\boldsymbol{\beta}_j$  expressam como a aceitação da alternativa  $j$  é afetada pelas características do produtor. Como as características afetam diferentemente a escolha por cada alternativa  $j$ , cada variável explanatória terá coeficientes distintos entre as alternativas. Neste trabalho, as estimativas de  $\boldsymbol{\beta}$  foram obtidas pelo procedimento PHREG do pacote estatístico SAS.

### **3.2.2) Resultados**

#### *3.2.2.1) Caracterização dos produtores*

Os resultados da pesquisa de campo mostram, primeiro, o baixo grau de escolaridade e a elevada experiência dos produtores com a atividade agrícola. Apenas 18% dos produtores apresentavam ensino médio ou superior e 60% dos produtores apresentavam mais de 30 anos de experiência com a atividade agrícola (Tabela 3).

É elevada a participação de moradores do domicílio em auxílio não remunerado à atividade agrícola (93%), reflexo do perfil da atividade conta-própria agrícola no país. A mão-de-obra assalariada é predominantemente temporária, sobretudo para auxiliar a colheita do algodão. Apenas 6% dos produtores mantinham trabalhador permanente na atividade.

Foram frequentes as reclamações dos produtores sobre a falta de incentivo das instituições públicas e privadas para atividade nas áreas mais desfavorecidas. Entre as principais queixas, estavam: a falta de incentivos das instituições públicas na orientação dos produtores sobre as técnicas corretas de manejo; financiamento da produção; e garantia de preço mínimo ao algodão. A dificuldade para concessão e pagamento de crédito agrícola chamou atenção nas entrevistas. Apenas 34% dos produtores entrevistados haviam adquirido crédito agrícola na safra corrente. Uma grande dificuldade seria o grande descompasso entre a burocracia e a demora para concessão de crédito. Muitos daqueles que adquiriam financiamento, acabavam se tornando inadimplentes pela incapacidade de pagamento. É o que também relata Guanziroli (2007) em estudo que analisa a eficiência e eficácia do Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf).

Há uma forte influência de instituições locais na escolha do tipo de cultura de algodão pelo pequeno produtor. Por muitos produtores não pagarem diretamente pela semente, o motivo da escolha do tipo de semente acaba sendo determinado pela disponibilidade de sementes nas cooperativas ou prefeituras (18%) ou alguma política de incentivo ou estímulo público à produção (26%). Poucos produtores decidiam pelo tipo de semente em função do preço de compra do insumo ou preço de venda do algodão (6%), mesmo porque este último é caracterizado por uma alta volatilidade.

Outra característica marcante foi a baixa tecnificação dos pequenos produtores entrevistados. Menos da metade utilizava trator no cultivo de algodão (48%), muitos desses em sistema de cooperativa. Apenas 17% mecanizavam a plantação ou a colheita e 14% possuía acesso a caminhão ou caminhonete. Usualmente, a colheita é realizada manualmente em sistema de cooperativa pelos produtores de uma comunidade e o transporte do produto fica sob a responsabilidade da cooperativa, prefeitura ou atravessador.

Entre as pragas que acometem a plantação de algodão, o bicudo continua sendo a mais frequente (ocorre em 60% das propriedades entrevistadas). Esta praga teria ainda contribuído para o derradeiro declínio da produção de algodão no Nordeste em meados dos anos 80 (BUAINAIN E BATALHA, 2007), produção esta que voltou a ganhar fôlego no final dos anos 2000 nesta região. Outras pragas mais frequentes são a lagarta rosada (31% das propriedades), a moca branca (27%) e a lagarta da maçã (29%).

### 3.2.2.2) Padrões de associação

Aplicou-se a ACM para reduzir a dimensão das múltiplas combinações das categorias de análise. Seriam necessárias 33 dimensões para representar a variabilidade total (inércia total) dessas categorias, sendo que as 3 principais dimensões representavam, conjuntamente, 33% da inércia total. A contribuição de cada categoria para explicar a inércia das três dimensões (inércias parciais) forneceu argumentos para a interpretação dos resultados da ACM, como será brevemente descrito a seguir.

**Dimensão 1** - tamanho da propriedade, mecanização e algodão orgânico (15,6% da inércia total)

Dimensão com maior contribuição sobre a variabilidade total das categorias. É fortemente influenciada pelo grau de mecanização e pelo tamanho da propriedade. No extremo positivo, as categorias que mais contribuem para a inércia desta dimensão são: área com mais de 5 ha (9%), possui colhedeira ou plantadeira (7%), possui caminhão ou caminhonete (7%). No extremo negativo: área de até 1 ha (4%), ausência de ocorrência do bicudo (5%) e plantação de algodão orgânico (5%).

**Dimensão 2** – algodão branco convencional e Bt (9,3% da inércia total)

Dimensão fortemente influenciada pelo cultivo de algodão Bt, de um lado, e, de outro, pelo cultivo de algodão branco convencional. As categorias que mais contribuem para a inércia desta dimensão, no extremo negativo, são: produtor do estado de Minas Gerais (16%), com cultivo de algodão Bt (13%), área entre 2 e 5 ha (8%), ocorrência da largada rosada (5%) e escolha de semente motivada pelo baixo uso de defensivos (4%). No outro extremo, as categorias mais influentes são: novamente, área de até 1 ha (5%), contratação de empregado permanente (5%) e cultivo do algodão branco convencional (4%).



Primeiro, fortemente influenciado por valores extremos negativos para a dimensão 1 (tamanho da produção, mecanização e algodão orgânico), observa-se um padrão de associação entre os produtores de algodão orgânico à pequena propriedade (Area1 e Area2, até 2 ha), baixíssimo grau de escolaridade (Esc0, menos que 1º grau), ausência de crédito para a produção (Cred0) e de contratação de mão de obra temporária (Temp0). Entre os produtores de algodão orgânico, 96% possuíam propriedade de até 2 hectares, 21% participaram no máximo de programa de alfabetização de adultos, 92% não tiveram acesso ao crédito e 44% não realizavam contratação temporária para a colheita do algodão. A principal justificativa para a escolha deste sistema de produção (62%) foi o incentivo de instituições locais (cooperativas, prefeitura, agências de pesquisa, entre outras). Estes produtores foram encontrados nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte.

Os produtores de algodão colorido foram encontrados nos estados da Paraíba e Goiás e também se associavam a situações extremas de tamanho da propriedade e mecanização (Dimensão 1). Este tipo de produção estava associado, sobretudo, à ausência de acesso a caminhão ou caminhonete na propriedade (Auto0) – o transporte da produção era realizado pela cooperativa ou por intermediário -, trator (Trator0) e de ausência de mecanização na plantação ou colheita (Mecan0), à não contratação de mão de obra permanente (Perm0) e ao primeiro grau completo ou incompleto de escolaridade do produtor (Esc1). Não foi registrado nenhum caso de mecanização ou de acesso a trator nas propriedades. Também foi praticamente nulo o registro de ocorrências de pragas na safra atual. Também foi nulo o registro de produtores com 2º grau ou mais de escolaridade.

Os produtores de algodão branco convencional estão associados a características com valores extremos inferiores para a Dimensão 2 (algodão branco convencional e Bt) e valores extremos superiores para a dimensão 1 (tamanho da propriedade, mecanização e algodão orgânico). Entre as principais características associadas a esse tipo de produção, destacam-se: o maior grau de escolaridade (Esc3, 7% com 3º grau de escolaridade completo ou incompleto), contratação de empregados permanentes (Perm1, 26% contratam empregado permanente), existência acesso a caminhonete ou caminhão (Auto1, 52% das propriedades), mecanização da plantação ou colheita (Mecan1, 56% das propriedades). Estes produtores foram encontrados, sobretudo, no estado de Goiás e o principal motivo para a escolha deste tipo de produção foi a produtividade (44%).

No extremo superior da Dimensão 2 (algodão branco convencional e Bt) aparecem os produtores de algodão GM Bt associados à propriedade de 2 a 5 ha (Area3) e acesso ao crédito (Cred1). Entre esses produtores, 36% apresentavam área entre 2 e 5 hectares (81% com área superior a 2 hectares) e 69% tiveram acesso ao crédito para a produção de algodão. Aparecem ainda associados à escolha do algodão Bt pelo menor uso de defensivos (Motivo4) e relação entre preço de compra e venda (Motivo1). Esses produtores foram entrevistados nos estados de Minas Gerais e Bahia.

Finalmente, os produtores de algodão GM RR apresentam valores extremos inferiores para a Dimensão 3 (acesso ao crédito e algodão RR) e encontram-se associados à ausência de emprego de integrante domiciliar não remunerado em auxílio à produção (Nrem0, nenhum registo de mão de obra não remunerada) e à ocorrência de inúmeras pragas na plantação de algodão. Entre esses produtores, 35% declararam presença da lagarta da rosada, 55% para a lagarta da maçã e 80% para a mosca branca. Estes produtores foram entrevistados nos estados da Bahia e Minas Gerais.

### *3.2.2.3) Análise das preferências declaradas*

As avaliações ordenadas das escolhas dos produtores em relação ao tipo de sistema de produção de algodão que eles estariam mais propensos a adotar foram utilizadas para realizar uma análise conjunta. Sete tipos de produção foram aleatoriamente distribuídos em grupos de quatro escolhas possíveis para cada produtor: Bt Pirata, Bt certificado, RR Pirata, RR certificado, Orgânico, Colorido e Branco convencional. A alternativa adotada como referência de análise (alternativa *k*) no modelo logit de classificação ordenada foi o branco convencional. Assim, coeficientes positivos significam uma propensão maior a adotar a alternativa *j* em comparação ao branco convencional. As seguintes variáveis explanatórias foram consideradas nas análises:

- Três variáveis binárias para discriminar quatro tipos de produtores: produtor de algodão Bt ou RR (*Produtor GM*); algodão orgânico (*Orgânico*); colorido (*Colorido*) e branco convencional (referência de análise);

- Uma variável contínua para representar a área da propriedade em hectares (*Área*);

As estimativas obtidas pelo método de máxima verossimilhança são apresentadas na Tabela 4. De maneira geral, o ajuste mostrou-se significativo, com nível de significância observado para a estatística *Likelihood Ratio* inferior a 0,1%.

**Tabela 4 – Estimativas de máxima verossimilhança para o modelo logit de classificação ordenada**

Parâmetro	Estimativa	Erro Padrão	Qui-quadrado	Valor p
Constante				
Bt Pirata	-1.5213	0.702	4.692	0.0303
Bt	-1.1708	0.481	5.925	0.0149
RR Pirata	-3.2965	0.948	12.089	0.0005
RR	-0.6146	0.461	1.776	0.1827
Orgânico	-0.5657	0.667	0.720	0.3963
Colorido	-1.3721	0.801	2.933	0.0868
Produtor GM				
Bt Pirata	1.4498	0.799	3.293	0.0696
Bt	2.6404	0.605	19.060	<.0001
RR Pirata	4.0744	1.026	15.772	<.0001
RR	2.4792	0.616	16.194	<.0001
Orgânico	0.1875	0.857	0.048	0.8268
Colorido	1.1374	0.926	1.510	0.2192
Orgânico				
Bt Pirata	0.4701	1.485	0.100	0.7516
Bt	2.2401	1.233	3.302	0.0692
RR Pirata	2.0923	1.690	1.533	0.2157
RR	-0.3147	1.211	0.068	0.795
Orgânico	3.4533	1.372	6.337	0.0118
Colorido	0.9607	1.656	0.336	0.5619
Colorido				
Bt Pirata	2.5749	1.608	2.564	0.1093
Bt	1.9702	1.254	2.470	0.116
RR Pirata	-10.8133	851.343	0.000	0.9899
RR	1.8962	1.321	2.061	0.1512
Orgânico	3.4989	1.535	5.195	0.0227
Colorido	4.8394	1.512	10.245	0.0014
Área				
Bt Pirata	-0.0002	0.001	0.035	0.8525
Bt	0.0004	0.001	0.209	0.6475
RR Pirata	-0.0019	0.005	0.155	0.6935
RR	0.0027	0.002	1.302	0.2538
Orgânico	-0.1216	0.057	4.520	0.0335
Colorido	-0.0418	0.039	1.177	0.2779

Fonte: Dados da pesquisa

As estimativas associadas à constante referem-se às preferências dos produtores de algodão branco convencional (referência de análise para a variável explanatória tipo de produtor). Seus valores negativos significam que o algodão branco convencional é o tipo preferido entre os produtores de algodão branco. Ou seja, há uma aversão à mudança entre esses produtores. Como as estimativas associadas ao algodão orgânico e RR (certificado) são insignificantes, não haveria diferenças expressivas entre as escolhas desses tipos de sementes e de algodão branco entre os produtores de algodão branco convencional.

Por sinal, a aversão a mudança se observou em todos os grupos de produtores. Por exemplo, os produtores de algodão GM estão mais propensos a escolher uma semente Bt ou RR, mesmo que seja pirata. Os produtores de algodão orgânico estão propensos a continuar com seu sistema, assim como os produtores de algodão colorido.

Já a variável *Área* mostrou-se significativa apenas na diferenciação entre produtores de algodão orgânico e branco convencional. Seu sinal negativo indica que produtores de áreas menos extensas estariam mais propensos a adotarem o algodão agroecológico em comparação ao algodão branco convencional. O maior preço pago pela pluma e a necessidade de manejo intensivo em mão de obra, decorrente das próprias especificidades do sistema de produção, contribuem para a associação da produção agroecológica a áreas menores.

### **3.3) Conclusões**

A produção de algodão no Brasil tem passado por importantes transformações, como a recente expansão da adoção de sementes GM. Alguns questionamentos que surgem dessa dinâmica referem-se às técnicas de cultivo sendo adotadas pelos produtores, suas necessidades e de que maneiras essas características se associam às escolhas por diferentes tipos de semente. Este capítulo procurou aprofundar essa discussão, analisando as características dos sistemas de produção e seus padrões de associação às escolhas dos pequenos produtores por diferentes tipos de sementes. Pretende-se, assim, fornecer importantes elementos para políticas de biossegurança e desenvolvimento rural.

Os resultados deste trabalho destacam, primeiro, o baixo padrão de tecnificação dos pequenos produtores de algodão no Brasil. A taxa de mecanização do plantio e colheita do algodão é muito baixa. Prevalece ainda o cultivo com o emprego mão de obra domiciliar não

remunerada ou com a contratação de trabalhador temporário no período de colheita. Também foram frequentes as reclamações sobre a ausência de assistência das instituições públicas e privadas, sobretudo nas áreas menos favorecidas. Menos de um terço dos pequenos produtores utilizara crédito na produção de algodão, mesmo com os esforços realizados pelo governo para expansão do crédito rural aos pequenos produtores nos últimos anos. Apesar do desenvolvimento de sementes resistentes a insetos pragas, ainda não há sementes resistentes à principal ameaça à plantação de algodão no Brasil, o bicudo, que ocorre em mais da metade das pequenas produções de algodão.

Importantes padrões de associação também foram identificados em relação às escolhas pelos tipos de sementes dos produtores. Primeiro, o produtor de algodão orgânico é aquele com as condições socioeconômicas mais precárias: baixa escolaridade, menor tamanho da propriedade e ausência de crédito na produção. O motivo da escolha do sistema de produção está muito associado ao incentivo de instituições locais. Em situação também extrema de tecnificação e desenvolvimento da produção está o produtor de algodão colorido, encontrados nos estados da Paraíba e de Goiás. Os pequenos produtores de algodão branco convencional são os mais tecnificados e que tendem a contratar mão-de-obra permanente. Por sua vez, o menor uso de defensivos tem se mostrado como um importante determinante para a escolha do algodão geneticamente modificado.

Deve-se destacar que a escolha do produtor por uma semente ou um sistema de produção é fortemente influenciada pela atuação de instituições locais. Essas instituições contribuem para a estruturação do sistema de produção por meio do fornecimento de insumos e de assistência técnica, como é o caso da Embrapa, no caso do algodão agroecológico, e das cooperativas locais, nos casos do algodão colorido e transgênico. Assim, tão importante quanto conhecer os diferentes padrões de produção dos pequenos produtores de algodão no Brasil é prover os agentes locais com informações sobre as demandas dos produtores locais e os benefícios dos diferentes sistemas de produção existentes no país, questões fundamentais para o direcionamento de políticas de desenvolvimento rural.

Uma vez que algumas variedades de algodão não estão disponíveis em todo o território brasileiro, um conjunto de opções foi fornecido aos agricultores, representando diferentes características de produção que eles prefeririam. A análise das preferências declaradas revela que os produtores estão mais propensos a continuar cultivando os próprios sistemas de produção ou

sementes que já cultivam. Em outras palavras, produtores de orgânico atribuem maior utilidade à produção de orgânicos, produtores de transgênicos atribuem maior utilidade às sementes transgênicas e assim por diante. Esses resultados sugerem que os pequenos produtores de algodão possuem uma elevada aversão à mudança.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de os pequenos produtores pouco contribuírem para o desempenho global da cotonicultura no Brasil, é inegável a importância socioeconômica da atividade para esse grupo. Inseridos em regiões desfavoráveis sobre aspectos edafoclimáticos e enfrentando sérias restrições produtivas, os pequenos produtores vêm buscando novas formas de inserção nos mercados por meio do cultivo do algodão colorido, agroecológico ou transgênico.

Para o êxito na atividade, tão importante quanto a escolha da semente, é a capacidade de organização dos pequenos produtores e a existência de instituições que se vinculem a produção fornecendo tecnologia e assistência técnica. Nos últimos anos a Embrapa desenvolveu tecnologias específicas para as necessidades de pequenos cotonicultores. As sementes utilizadas na produção de algodão colorido e na produção de algodão agroecológico tem origem nos programas de melhoramento conduzidos na Embrapa Algodão. Além disso, a mini usina de descaroçamento desenvolvida pela empresa permite que os produtores deixem de comercializar algodão em caroço e obtenham maiores preços com a venda da pluma de algodão.

Entre as principais características dos pequenos produtores entrevistados nesta pesquisa, pode-se destacar o baixo grau de escolaridade, a utilização de mão de obra familiar e a contratação de trabalhadores temporários principalmente nos períodos de colheita do algodão. Além disso, esses produtores enfrentam restrições de acesso a crédito e possuem um baixo nível de tecnificação. Poucos possuem acesso a tratores, caminhões ou caminhonetes.

A análise de correspondência múltipla mostrou que os produtores de algodão orgânico e de algodão colorido apresentam fortes similaridades entre si. Ambos os grupos, estão associados a baixíssimos valores de tamanho de propriedade rural e de escolaridade. Além disso, esses produtores escolhem a sua semente ou sistema de cultivo, levando em consideração fatores não relacionados diretamente ao desempenho produtivo. Um importante fator que os produtores de algodão colorido levam em consideração para a escolha da semente é a disponibilidade na região. Já os produtores de agroecológico indicam o incentivo de instituições locais como principal fator na escolha do sistema de produção agroecológico.

Além de apresentarem um grau mais elevado de escolaridade e possuírem propriedades maiores do que os produtores de algodão orgânico e colorido, os produtores de algodão branco convencional e transgênico atribuem um peso maior aos fatores que afetam diretamente o

desempenho produtivo na escolha de suas sementes. O principal motivo indicado pelos produtores de algodão branco convencional para cultivarem esse tipo de semente foi maior produtividade. Além de maior produtividade, os produtores de algodão Bt apontam a redução do uso de agrotóxicos como um dos principais motivos da escolha.

Esses resultados convergem com os trabalhos que apontam o nível de escolaridade e o tamanho da propriedade como determinantes da adoção de sementes geneticamente modificadas. Ademais, os resultados deste trabalho destacam que a associação positiva entre a adoção de transgênicos e o tamanho da propriedade é relevante mesmo entre pequenos produtores, com propriedades com tamanho inferior a 50 hectares, foco desta pesquisa de campo.

A difusão das sementes transgênicas de algodão em alguns países do mundo, principalmente as resistentes a insetos, vem mostrando que a transgenia pode beneficiar a pequena produção e gerar efeitos indiretos capazes de contribuir para a redução da pobreza. Esses resultados estão sendo obtidos mesmo com a cobrança de *royalties* pela semente transgênica.

Os produtores da amostra atribuíram maior valor de utilidade as sementes ou sistemas de produção que já adotam. Esse resultado sugere que os pequenos produtores possuem um elevado grau de resistência a mudar de semente ou sistema de cultivo. Além disso, apesar da aversão ideológica dos defensores de cultivos orgânicos a transgenia, os produtores de algodão orgânico ou agroecológico estariam mais dispostos a adotar sementes transgênicas do que o algodão branco convencional ou colorido. O segundo maior valor de utilidade entre os produtores de algodão orgânico foi atribuído à semente certificada Bt.

Os resultados da análise conjunta sugerem ainda que os produtores que cultivam algodão transgênico e os produtores que cultivam algodão colorido possuem certo grau de resistência ao pagamento de *royalties*. O maior valor de utilidade entre os que cultivam sementes geneticamente modificadas foi atribuído a semente RR pirata. Entre os produtores de algodão colorido, a semente Bt pirata recebeu o maior valor de utilidade dentre as sementes transgênicas.

Em relação à opção pelo pagamento de *royalties*, deve-se destacar que o trabalho inicialmente testou diferentes valores para as sementes transgênicas certificadas RR e Bt. No entanto, o *royalty* cobrado não se mostrou significativo na escolha dos produtores da amostra. Em outras palavras, não haveria diferenças de utilidade em relação aos preços de *royalty* para as sementes certificadas. Essas diferenças de utilidade existiram apenas ao se comparar sementes certificadas e piratas. Vários fatores podem justificar esse resultado. Primeiro, os valores anuais

sugeridos podem expressar uma pequena parcela dos custos dos produtores, já que estes cultivam pequenas áreas de algodão e os *royalties* são cobrados por hectare. A baixa amplitude de variação dos valores apresentados aos produtores podem também reforçar essa falta de diferenciação. Finalmente, deve-se considerar a dificuldade de percepção dos custos associados aos *royalties* para muitos produtores que usualmente recebem as sementes gratuitamente de instituições locais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, C. E.; VAN MELLOR, T. Determinants of corn rootworm resistant corn adoption in Indiana. **AgBioForum**, vol. 8, p. 197-204, 2005.

ALVES, L.R. ; IKEDA, V. Y.; BELOT, J.L.; OSAKI, M.; RIBEIRO, R .G.; FERREIRA FILHO, J. B. S.. Cultivo do algodão geneticamente modificado no Brasil: intensidade da adoção, estrutura de custos, rentabilidade e diferenciais com cultivares convencionais. **Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 2012.

ALLISON, P. D.; CHRISTAKIS, N. A. Logit Models for Sets of Ranked Items. **Sociological Methodology**, vol. 24, pp. 199-228, 1994.

ARAÚJO FILHO, A. A. [et al.]. Caracterização da cadeia produtiva do algodão no semiárido nordestino. Fortaleza, CE: Banco do Nordeste do Brasil, 2012.

ATKINSON, H. J. et al. The case for genetically modified crops with a poverty focus. **TRENDS in Biotechnology**, vol. 19, pp. 91-96, 2001.

BELTRÃO, N. E. M.; CARVALHO, L. P.. Algodão colorido no Brasil, e em particular no Nordeste e no Estado da Paraíba. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **Documentos 128**, 2004.

BENNET, R. M.; ISMAEL, Y.; KAMBHAMPATI, U.; MORSE, S.. Economic impact of genetically modified cotton in India. **AgBioForum**, vol. 7, p. 96-100, 2004

BETTER COTTON INCIATIVE, BCI. Anual Report, 2011.

BOSSLE, M. B.; NASCIMENTO, L. F.; TREVISAN, M.; FIGUEIRÓ, P. S.. O comércio justo como agente mitigador das mudanças climáticas: o caso do algodão ecológico. **Revista contemporânea de Economia e Gestão**, vol. 10, 2012.

BREUSTEDT, G; MULLER-SCHEEBEL, J., LATACZ-LOHMANN, U.. Forecasting the adoption of GM oilseed rape: Evidence from a discrete choice experiment in Germany. **Journal of Agricultural Economics**, vol. 59, p. 237-256, 2008.

BROOKES, G.. The farm-level impact herbicide-tolerant soybeans in Romania. **AgBioForum**, vol. 8, p. 235-241, 2005.

BUAINAIN, A. M. e BATALHA, M. O. Cadeia Produtiva do Algodão. Serie Agronegócios, Vol. 4. MAPA, SPA-IIICA, 107p, 2007.

CANABRAVA, A. P. O desenvolvimento do algodão na província de São Paulo – 1861 – 1865. Edusp, 506 p., 1951.

CARVALHO, S. M. P. Proteção de cultivares no contexto de outros mecanismos de apropriabilidade: Possíveis impactos no mercado de sementes brasileiro. **Dissertação de Mestrado**. Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas, 1996.

- CELERES. Relatório biotecnologia. Uberlândia: Celeres, 2011.
- COELHO, A. B. A cultura do algodão e a questão da integração entre preços internos e externos. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo, 2002.
- COSTA, M. A. F.; COSTA, M. F. B. Biossegurança de OGM: uma visão integrada. **PUBLIT soluções editoriais**, 2009.
- CUADRAS, C. M. Métodos de análisis multivariante. Barcelona: EUNIBAR – **Editorial Universitária de Barcelona S. A.**, 1981.
- DE JANVRY, A et al. Agricultural Biotechnology and Poverty : Can the Potencial be Made a Reality ? Conferência : «**The Shape of the Coming Agricultural Biotechnology Transformtion : Strategic Investment and Policy Approaches from a Economic Perspective** » , University of Rome, 1999, p. 1-48.
- DE JANVRY, A et al. Technological change in agriculture and poverty reduction: The potential role of biotechnology. In J. Cooper, L. Lipper, & D. Zilberman (Eds.), **Agricultural biodiversity and biotechnology: Economic issues and framework for analysis**. Boston: Springer Publishing, 2005.
- Faria, A. M. M.. Destramando o Tecido do Desenvolvimento. **EdUFMT**, Cuiabá, 2012.
- FARIA, M. V. C. M.; PEREIRA, J. A.. A rede de economia solidária do algodão agroecológico: desenvolvimento humano, sustentabilidade e cooperação entre os produtores rurais do Estados do Ceará. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, vol. 14, p 395-408, 2012.
- FERNANDEZ-CONEJO, J.; DABERKOW, S.; McBRIDE, W.D.. Decomposing the size effect on the adoption of innovations: Agrobiotechnology and Precision Agriculture. **AgBioForum**, vol. 4, p. 124-136, 2001.
- FERREIRA FILHO, J.B.S.; MARQUIÉ, C.; BELOT, J.L.; ALVES, L.R.A.; BALLAMINUT, C.E.C.. Análise prospectiva dos mercados da fibra do algodão em relação à qualidade: o ponto de vista da produção e do beneficiamento. **Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 2005.
- FREIRE, E.C. História do Algodão no Cerrado. **Algodão no Cerrado do Brasil**, 2ª edição, 2011.
- GALVÃO, A.. Economic benefits of biotechnology in Brazil “The Bollgard Cotton case”. **Executive Brief**, Celeres, p. 1-15, 2008.
- GONÇALVES, J. S. ; SOUZA, S. A. M. . Importância do câmbio e da guerra fiscal na construção da cotonicultura do Cerrado. **Informações Econômicas**, v. 38, p. 7-15, 2008.
- GONÇALVES, J. S.; GONÇALVES, S. P.. Transformações da produção do algodão brasileiro e os impactos nas paridades de preços no mercado interno. **Revista Economia Ensaios**, 2008.
- GONÇALVES, J. S.; RAMOS, S.F.. Algodão Brasileiro 1985-2005: surto de importação desencadeia mudanças estruturais na produção. **Informações Econômicas**, vol. 38, p. 54-64, 2008.

- GONZÁLES, C.; JOHNSON, N.; QAIM, M. Consumer Acceptance of Second-Generation GM Foods: The Case of Biofortified Cassava in the North-east of Brazil. **Journal of Agricultural Economics**, vol. 60, pp. 604-624, 2004.
- GRAFF, G.; HOLST-ROLAND, D.; ZILBERMAN, D. Agricultural Biotechnology and Poverty Reduction in Low-income Countries. **World Development**, vol. 34, No. 8, pp. 1430-1445, 2006.
- GREENACRE, M. J. Theory and application of correspondence analysis. **London: Academic Press Inc**, 1984.
- GREENACRE, M. J., HASTIE, T. The geometric interpretation of correspondence analysis. **Journal of the American Statistical Association**, vol. 82, n. 398, p. 437-447, 1987.
- GUANZIROLI, C. E. Pronaf dez anos depois: resultados e perspectivas para o desenvolvimento rural. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol. 45, n. 2, pp. 301-328, 2007.
- HOFFMANN, D. L.; FRANKE, G.R. Correspondence analysis: graphical representation of categorical in marketing research. **Journal of Marketing Research**, v. 23, n. 3, p. 213-227, aug. 1986.
- HUBBEL, B. J.; MARRA, M. C.; CARLSON, G. A.. Estimating the demand for a new technology: Bt cotton and insecticide policies, **American Journal of Agricultural Economics**, vol. 82, p. 118-132, 2000.
- ISMAEL, Y.; BENNET, R.; MORSE, S.. Biotechnology in Africa: The adoption and economic impacts of Bt cotton in the Makhathini flats, republic of South Africa. **Biotechnology Conference for Sub-Saharan Africa**, 2002.
- KOLADY, D.E.; LESSER, W.. Who adopts what kind of technologies? The case of Bt eggplant in India. **AgBioForum**, vol. 9, p. 94-103, 2006.
- LIMA, P. J. B. F.; SOUZA, M. C. M. . Produção brasileira de algodão orgânico e agroecológico, 2006.
- LIPTON, M. Plant breeding and poverty: can transgenic seeds replicate the ‘green revolution’ as a source of gains for the poor? **Journal of Development Studies**, vol. 43, pp. 31-62, 2007.
- LOUVIERE, J. J.; HENSHER, D. A.; SWAIT, J. D. Stated choice methods: analysis and application. **Cambridge University Press**, New York, 2000.
- MORAIS, L. D. O algodão arbóreo no semiárido: o papel da pesquisa agropecuária no Vale do Piancó – estado da Paraíba. **Dissertação de mestrado**, Universidade de Brasília, 106 p., 2010.
- MORSE, S.; BENNET, R.; ISMAEL, Y.. Comparing the performance of official and unofficial genetically modified cotton in India. **AgBioForum**, vol. 8, p. 1-6, 2005.
- PERES, J. R. R. Transgênicos: Os benefícios para um agronegócio sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, vol. 18, pp. 13-26, 2001.

PINGALI P. L.; TRAXLER G. Changing locus agricultural research: will the poor benefit from biotechnology and privatization trends? **Food Policy**, vol. 27, pp. 223-238, 2002.

POTRYKUS, I. The private sector's role in public sector genetically engineered crop projects. **New Biotechnology**, vol. 27, pp. 578-581, 2010.

PRAY, C. E.; NASEEM, A. Supplying crop biotechnology to the poor: opportunities and constraints. **Journal of Development Studies**, vol. 43, pp.192-217, 2007.

PRAY, C.; MA, D.; HUANG, J.; QIAO, F.. Impact of Bt cotton in China. **World Development**, vol. 29, p. 813-825, 2001.

QAIM, M.; DE JANVRY, A.. Genetically Modified Crops, corporate pricing strategies, and farmers' adoption: The case of Bt cotton in Argentina. **American Journal of Agricultural Economic**, vol. 85, p. 814-828, 2003.

QAIM, M. Benefits of genetically modified crops for the poor: household income, nutrition and health. **New Biotechnology**, vol. 27, pp. 552-557, 2010.

QAIM, M.. Bt Cotton in India: Field trial results and economic projections. **World Development**, vol. 31, p. 2115-2127, 2003.

QAIM, M.; TRAXLER, G.. Roundap Ready soybeans in Argentina: farm level and aggregate welfare effects. **Agricultural Economics**, vol. 32, p. 73-86, 2005.

RECH, E. Biotecnologia: aliada da ciência no combate à fome e na prevenção e erradicação de doenças. **Revista USP**, vol. 64, pp. 122-131, 2005.

SANTOS, W. J.; Manejo de pragas do algodão com destaque para o Cerrado brasileiro. **Algodão no Cerrado do Brasil**, 2ª edição, 2011.

SILVA, M. N. B.; ALVES, G. S.; WANDERLEY JÚNIOR, J. S. A.. Manejo cultural do algodoeiro agroecológico no semiárido brasileiro. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. Circular Técnica 126, 2009.

SILVEIRA, J. M. F. J. DA; VIEIRA, A. C. P.; LIMA, D. A. L. L, Análise dos resultados da pesquisa de campo em Minas Gerais: Impactos da difusão do pacote tecnológico dos transgênicos na cultura do algodão em propriedades familiares. Campinas, 2012.

SILVEIRA, J. M. F. J.. Progresso técnico e oligopólio: As especificidades da indústria de sementes no Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Instituto de Economia. Universidade Estadual de Campinas, 1985.

SILVEIRA, J.M.J. ; MIYAMOTO, B. C. B. ; NASCIMENTO, C. P. ; LIMA, D. A. L. L. Colaboração e competição na pesquisa agrícola brasileira: o caso do melhoramento genético em algodão no Brasil. Relatório de Pesquisa, 2013.

SOUZA, M. C. M.. Produção de Algodão Orgânico Colorido: possibilidades e limitações. **Informações Econômicas**, SP, v. 30, 2000.

SPIELMAN, D. J. Pro-poor agricultural biotechnology: Can the international research system deliver the goods? **Food Policy**, vol. 32, pp. 189-204, 2007.

SUBRAMANIAN, A.; QAIM, M. The impact of Bt cotton on poor households in rural India. **Journal of Development Studies**, vol. 46, pp. 295-311, 2009.

TEXTILE EXCHANGE. Farm and fiber report, 2012.

TRIPP, R. Can biotechnology reach the poor? The adequacy of information and seed delivery. **Food Policy**, vol. 26, pp. 249-264, 2000.

WANDERLEY JÚNIOR, J. S. A.; SANTOS, F. N.; SILVA, M. N. B.. Experiências para produção de algodão herbáceo em sistemas agroecológicos familiares no curimatú paraibano. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, 2002.

YAMAOKA, R. S.. O algodão na agricultura familiar. **IV Congresso Brasileiro de Algodão**, 2003.

## Apêndices

**Apêndice 1 – Distribuição dos produtores segundo características e tipo de produção de algodão (% coluna)**

Variável	Código	Categoria	Bt	RR	Orgânico	Branco	Colorido
UF	BA	Bahia	22,2	85,0	0,0	3,7	0,0
	PB	Paraíba	0,0	0,0	57,7	29,6	47,6
	RN	Rio Grande do Norte	0,0	0,0	42,3	7,4	0,0
	MG	Minas Gerais	75,0	15,0	0,0	7,4	0,0
	GO	Goiás	2,8	0,0	0,0	51,9	52,4
Esc	0	< 1º grau	5,6	15,0	21,1	11,1	28,6
	1	1º grau	75,0	50,0	66,2	55,6	71,4
	2	2º grau	16,7	25,0	9,9	25,9	0,0
	3	3º grau	2,8	10,0	2,8	7,4	0,0
Anos	1	Até 15	13,9	20,0	9,9	18,5	14,3
	2	15 a 30	25,0	25,0	22,5	37,0	28,6
	3	mais de 30	61,1	55,0	67,6	44,4	57,1
NRem	0	Não	5,6	0,0	8,5	11,1	4,8
	1	Sim	94,4	100,0	91,5	88,9	95,2
Temp	0	Não	8,3	0,0	43,7	22,2	61,9
	1	Sim	91,7	100,0	56,3	77,8	38,1
Perm	0	Não	94,4	90,0	91,5	74,1	100,0
	1	Sim	5,6	10,0	8,5	25,9	0,0
Cred	0	Não	30,6	90,0	91,5	48,1	38,1
	1	Sim	69,4	10,0	8,5	51,9	61,9
Area	1	Até 1 ha	5,6	0,0	67,6	22,2	33,3
	2	1 a 2 ha	13,9	0,0	28,2	25,9	23,8
	3	2 a 5 ha	36,1	35,0	4,2	3,7	38,1
	4	mais 5 ha	44,4	65,0	0,0	48,1	4,8
Motivo	1	Preço	11,1	5,0	5,6	7,4	0,0
	3	Produtividade	30,6	15,0	9,9	44,4	9,5
	4	Menos agrotóxico	33,3	35,0	1,4	0,0	0,0
	5	Incentivo público	0,0	0,0	62,0	3,7	0,0
	6	Disponibilidade	8,3	40,0	7,0	25,9	42,9
	8	Outros	16,7	5,0	14,1	18,5	47,6
Trator	0	Não	33,3	60,0	40,8	37,0	100,0
	1	Sim	66,7	40,0	59,2	63,0	0,0
Mecan	0	Não	83,3	65,0	98,6	44,4	100,0
	1	Sim	16,7	35,0	1,4	55,6	0,0
Auto	0	Não	91,7	80,0	95,8	48,1	100,0
	1	Sim	8,3	20,0	4,2	51,9	0,0
Bicudo	0	Não	2,8	5,0	60,6	22,2	95,2
	1	Sim	97,2	95,0	39,4	77,8	4,8
Rosada	0	Não	86,1	65,0	66,2	40,7	90,5
	1	Sim	13,9	35,0	33,8	59,3	9,5
Maca	0	Não	72,2	45,0	80,3	48,1	95,2
	1	Sim	27,8	55,0	19,7	51,9	4,8
Mosca	0	Não	69,4	20,0	87,3	59,3	95,2

	1	Sim	30,6	80,0	12,7	40,7	4,8
Praga	0	Não	11,1	5,0	57,7	25,9	90,5
	1	Sim	88,9	95,0	42,3	74,1	9,5
Erva	0	Não	2,8	5,0	15,5	14,8	23,8
	1	Sim	97,2	95,0	84,5	85,2	76,2

**Fonte: Dados de pesquisa.**