

## MELHORAMENTO GENÉTICO DO ALGODOEIRO NO BRASIL: BREVES CONSIDERAÇÕES

---

Andressa Fernandes do Nascimento<sup>1</sup>, Juliana Cristina da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pós-graduandas em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia  
(nascimentoandressa@yahoo.com.br)

---

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo fazer uma breve discussão a respeito do melhoramento genético do algodoeiro no Brasil, um levantamento dos programas de melhoramento no país juntamente com a situação dos transgênicos e a posição setor público e privado dentro deste contexto. Deste modo, utilizou-se de revisão bibliográfica referente ao assunto que desse suporte a uma discussão clara e objetiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Algodão, melhoramento genético

### COTTON BREEDING IN BRAZIL: BRIEF CONSIDERATIONS

#### ABSTRACT

This work aims to make a brief discussion about the genetic breeding of the cotton plant in Brazil, a survey of improvement programs in the country along with the situation of transgenics and the position of public and private sector within this context. Due to this, it was used a bibliographic review referring this subject to give base to a clear and objective discussion

**KEYWORDS:** Cotton, genetic breeding

### INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium* sp.) é uma das principais plantas domesticadas pelo homem e uma das mais antigas, cujos primeiros registros de uso datam há mais de 4.000 anos (ALGODÃO BRASILEIRO, 2010). A cultura de algodão tem-se destacado na agricultura brasileira por sua importância econômica e social, ocupando mão-de-obra rural e gerando renda aos diversos agentes envolvidos no processo (BUENO; ROMERO, 2006)

No cenário mundial, o Brasil ocupa a quinta posição entre os maiores produtores de algodão, atrás da China, Índia, Estados Unidos e Paquistão (FAO, 2010). Já no cenário nacional, os maiores estados produtores da fibra são Mato Grosso, Bahia, Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais que correspondem a 96,4% da produção brasileira. Estima-se que a produção total do país para a safra 2009/10 seja de 5,8 milhões de fardos de 218 quilos de algodão em pluma, o que representa um acréscimo de cerca de 5% em relação à safra anterior (CONAB, 2010).

De maneira geral, o incremento na produção brasileira se tornou possível graças às boas condições climáticas do país, ao elevado nível tecnológico que se incorpora a cada ano ao setor agrícola e às pesquisas com melhoramento genético,

que permitiram a utilização de cultivares altamente produtivos e adaptados às mais distintas condições edafoclimáticas das diversas regiões produtoras do Brasil (BORÉM; SANTOS, 2001).

O melhoramento genético desta cultura visa atender três setores da economia, o produtor, que interessa por cultivares produtivos, de porte e maturação uniformes, resistentes às principais pragas e doenças, e as empresas de beneficiamento e a indústria de fiação e tecelagem que necessita do rendimento da pluma extraída do algodão em caroço e de uma série de atributos físicos da fibra (PENNA, 2005).

Assim o objetivo desse trabalho foi fazer uma breve discussão a respeito do melhoramento genético da cultura do algodoeiro no Brasil, um breve levantamento dos programas de melhoramento no país ao lado da situação dos transgênicos, utilizando-se de revisão bibliográfica para embasar a discussão.

### **CULTURA DO ALGODOEIRO**

O algodoeiro é uma angiosperma da classe das dicotiledôneas, pertencente à ordem Malvales, família das Malvaceae, gênero *Gossypium* (PENNA, 2005). Existem mais de 40 espécies pertencentes a esse gênero, sendo que as mais utilizadas para fins comerciais são *G. hirsutum* (Estados Unidos da América e Austrália), *G. arboreum* e *G. herbaceum* (Ásia), e *G. barbadense* (Egito) (EMPRAPA, 2003).

O produto colhido é denominado algodão em caroço e é composto pela pluma (fibra) e pelo caroço (sementes com “línter”, ou seja, fibras curtas). Sua utilização encontra-se na indústria de fiação e tecelagem e na indústria de alimentação animal (farelo) e humana (óleo), além de grande número de produtos secundários (PENNA, 2005).

### **MELHORAMENTO NO BRASIL**

Os programas de melhoramento genético convencional do algodoeiro datam do início do século XX e, inicialmente, tinham como principal foco a obtenção de cultivares mais precoces e de ciclo determinado. Mais tarde, os esforços desses trabalhos foram direcionados para o aumento da produtividade, ou seja, melhores respostas em níveis crescentes de adubação com conseqüente aumento do número de plantas na mesma área, além da melhoria da qualidade de fibra (CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA, 2009).

O marco inicial do melhoramento genético do algodoeiro no Brasil data de 1924, no Estado de São Paulo, com a criação da Seção de Algodão no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Como resultado das primeiras seleções de plantas, o IAC, em 1926, entregava para multiplicação os primeiros lotes de sementes melhoradas a serem distribuídas aos produtores (CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA, 2009).

Segundo Penna (2005) os materiais genéticos disponíveis eram, em sua maioria introduções de variedades americanas como Texas Big Boll, Express e Stoneville. O mesmo autor relata que posteriormente foi desenvolvido o conceito de “variedade paulista de algodão”, que preconizou um modelo de cultivar mais adaptado às condições do Estado de São Paulo, em atendimento aos vários setores da economia algodoeira. O autor também relata que muitos cultivares foram lançados pelo IAC. Assim, dentre as cultivares que o IAC tornou disponível para o

mercado, a IAC 17, IAC 19, IAC 20 e IAC 22, dentre outras citadas anteriormente, fizeram história na cotonicultura brasileira (CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA, 2009).

Segundo Fallieri (1978) apud Penna (2005) ainda na década de 20, o Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro Oeste (Ipeaco), em Wenceslau Braz e posteriormente, Sete Lagoas MG, também iniciava trabalhos com melhoramento do algodoeiro. Este programa de melhoramento primeiramente introduziu variedades do IAC e dos EUA, tendo sido as primeiras linhagens selecionadas principalmente de Sun-Bean, Russel Big Boll, Express, Cleveland, Mead e Webber. Depois foram liberados vários cultivares denominados Ipeaco-SL (1,2, etc.), adaptados às condições de cultivo em Minas Gerais. E por falta de estrutura no Estado, na época, para a multiplicação e distribuição de sementes, esses cultivares não chegaram às mãos dos produtores de maneira generalizada. O último deles, Ipeaco-SL-7-1, originado de um cruzamento entre DPL 11 e Auburn 56, obteve recordes de produtividade no Triângulo Mineiro e foi relançada pela Epamig, em 1978, como Minas Dona Beja.

No início da década de 70, a Epamig (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais) assumiu os trabalhos de melhoramento do algodoeiro em Minas Gerais, transferindo a coleção de germoplasma de Sete Lagoas, bem como todo o trabalho básico, para a Fazenda Getúlio Vargas, em Uberaba, sede do Centro de Pesquisa do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (PENNA, 2005). Segundo o mesmo autor, através da Empresa, foram desenvolvidos vários cultivares adaptados às regiões algodoeiras do Estado de Minas, com alto índice de produção e qualidade de fibra, como: Minas Dona Beja (seleção de Ipeaco-SL-7), Minas Sertaneja (seleção de DPL), Epamig-3 (seleção de Minas Dona Beja), Epamig 4 ou Redenção (seleção de IAC-17) e Epamig-5-Precoce 1 (seleção da linhagem introduzida C-25-1-80).

De acordo com Penna (2005), em 1975, a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) iniciou o desenvolvimento de cultivares de algodoeiro, com a criação do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPQ) e seu programa de pesquisa. Esse autor afirma que o Centro de Pesquisa, localizado em Campina Grande, PB, tem desenvolvido vários cultivares para o plantio nas regiões Norte e Nordeste e, atualmente, vem se desenvolvendo cultivares para o Centro-Oeste do País. O mesmo também relata que a EMBRAPA também possui o programa de melhoramento do algodoeiro nas condições do cerrado, cujo início se deu em 1989, nas condições do Chapadão dos Parecis em Mato Grosso. Em seguida este programa foi estendido para os cerrados dos Estados de Goiás e Bahia, resultando em uma série de cultivares desenvolvidas especificamente para essas condições (PENNA, 2005).

Atualmente, o programa de melhoramento do algodoeiro para as condições da região Centro Oeste tem como objetivo fundamental o desenvolvimento de cultivares competitivas para as condições do Cerrado e da agricultura familiar. Os genótipos selecionados devem possuir elevadas produtividades, alto rendimento de pluma, com elevado grau de resistência às principais doenças da região e com caracteres tecnológicos e de fibras que atendam às exigências da indústria têxtil nacional e internacional (FREIRE; FARIAS, 2005).

A EMBRAPA também possui o programa de melhoramento do algodoeiro herbáceo, visando à obtenção de cultivares para uso na agricultura familiar tem

como objetivos o aumento da produtividade, a tolerância à seca, a melhoria das características de fibra e a resistência às pragas e doenças. Além da resistência genética das plantas às pragas por antibiose a resistência pode ser conseguida também por incorporação de caracteres morfológicos nas plantas que conferem escape aos insetos. Esta última estratégia tem sido a mais explorada pelos melhoristas e como consequência as cultivares atuais são normalmente mais precoces, com floração concentrada em períodos de tempo menores que o das tardias e assim escapam mais ao ataque de pragas, principalmente o bicudo que é a mais importante praga do algodoeiro no Nordeste Brasileiro (EMBRAPA, 2006).

Outro programa de melhoramento do CNPA é o do algodoeiro Mocó, desenvolvendo novos cultivares mais produtivos, de maior precocidade, mantendo a alta qualidade de fibra característica desta algodoeiro como: CNPA 2M, CNPA 3 M, CNPA 4M e CNPA5M, Embrapa 112 – Algodão 6M e Embrapa 113 – Algodão 7MH, este último obtido do cruzamento entre o algodoeiro-mocó e o anual (PENNA, 2005).

Penna (2005) cita como outra instituição de pesquisa que pratica o melhoramento do algodoeiro, o Instituto Agrônomo do Paraná. O Programa Algodão atua na geração, desenvolvimento e adaptação de tecnologias para a cotonicultura paranaense. As ações do Programa estão direcionadas ao aumento da produtividade, diminuição de riscos e custos, aumento do lucro e preservação do ambiente e da saúde humana. Dá ênfase a tecnologias poupadoras de insumos, a novos arranjos produtivos, opções mais econômicas e ambientalmente sustentáveis, visando dar maior estabilidade aos produtores e estimular o uso racional de capital, insumos e energia. As cultivares que se destacam neste programa, são IPR 96 e IPR 120, e em 2008, elas foram as mais plantadas no Paraná, se destacando pela estabilidade fenotípica, potencial produtivo, percentagem e qualidade de fibra, apresentando boa adaptação às colheitas manual e mecanizada (IAPAR, 2007).

O Programa Algodão atua na geração, desenvolvimento e adaptação de tecnologias para a cotonicultura paranaense. As ações do Programa estão direcionadas ao aumento da produtividade, diminuição de riscos e custos, aumento do lucro e preservação do ambiente e da saúde humana. Dá ênfase a tecnologias poupadoras de insumos, a novos arranjos produtivos, opções mais econômicas e ambientalmente sustentáveis, visando dar maior estabilidade aos produtores e estimular o uso racional de capital, insumos e energia (IAPAR, 2007).

A Coodetec (Cooperativa Central Agropecuária de Desenvolvimento Tecnológico e Econômico), situada no estado do Paraná, desenvolve um programa de melhoramento de algodoeiro em Cascavel, em convênio com o Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agrônoma para o Desenvolvimento (Cirad) da França (PENNA, 2005). De acordo com esse autor, o primeiro cultivar lançado foi o Coodetec 401 (CD 401), seguindo-se os demais identificados com número sequencial até CD 407, depois foram lançadas as: CD 408 na safra de 2005/06, essa cultivar possui ciclo intermediário e resistente à doença azul e bacteriose e de boa tolerância às doenças folhaves; CD 409 é tolerante à nematóide; e CD 410 é um cultivar precoce, com potencial produtivo possuindo resistência à doença azul e bacteriose.

Segundo Penna (2006) o programa Coodetec/ Cirad adota um sistema de regionalização geográfica para explorar melhor o potencial produtivo de cada material lançado. Assim o objetivo deste programa é desenvolver novas cultivares e fazer sua avaliação, sob diversas condições climáticas e agrônomicas, os materiais

avançados da Coodetec, em comparação com as principais cultivares comerciais presentes atualmente em Mato Grosso e no norte de Mato Grosso do Sul. Os cruzamentos são feitos anualmente em casa de vegetação na base de Primavera do Leste, e em três épocas de plantio diferentes, para garantir maior eficiência (PENNA, 2006).

A FMT (Fundação Mato Grosso) possui também um programa de melhoramento que visa desenvolver cultivares de alta produtividade e rendimento de fibra no descaroçamento, alta qualidade de fibra (comprimento, resistência e finura), resistência à doenças (virose, ramulose, bacteriose, manchas de alternaria e ramulária), e adaptação de plantas à colheita mecânica (PENNA, 2006). Para alcançar esses objetivos a FMT realiza anualmente um grande número de cruzamentos de plantas escolhidas dentro de um banco de germoplasma. A partir destas hibridações, avança-se às gerações seguintes (quinta ou sexta), quando é iniciado o processo de seleção com a extração de plantas. Para cada uma destas, é feita a análise de todas as características de interesse e é gerada uma linhagem que será, então, testada nos vários ambientes do Estado. Assim, esse programa de melhoramento estratifica o Estado em quatro ambientes para fins de testes finais: sul de baixa altitude (<500 m), sul de alta altitude (> 500 m), Parecis e Meio Norte (PENNA, 2006).

Convém destacar o que o Cirad (Centro de cooperação internacional em pesquisa agrônômica para o desenvolvimento) desenvolveu ligações próximas e diversificadas com a comunidade científica. Com a Embrapa, ator principal da pesquisa agrônômica no Brasil, mas também com várias universidades, com ministérios, associações de produtores ou empresas particulares, o Cirad constrói parcerias de pesquisa e desenvolvimento (CIRAD, 2005).

Na América do Sul, a Unidade de Pesquisa CIRAD "Sistemas algodoeiros em pequeno campesinato" dispõe de uma equipe pluridisciplinar, distribuída entre o Brasil e o Paraguai. Com este dispositivo, é possível realizar pesquisas e transferir tecnologias em condições diversificadas de parcerias. De forma geral, ele constitui uma base de apoio para o desenvolvimento das atividades "algodão" do CIRAD, bem como uma plataforma para o desenvolvimento de novos eixos de pesquisa, em particular, quanto ao impacto de algodoeiros geneticamente modificados. No Brasil, esta equipe apóia o programa de pesquisas em algodão da COODETEC e participa dos trabalhos de genética molecular da unidade EMBRAPA-Algodão (CNPq) (CIRAD, 2005).

Com a implementação da Lei de Proteção de Cultivares do Brasil na década de 90, houve grande estímulo para empresas de melhoramento privadas investirem no desenvolvimento de plantas autógamas (PENNA, 2005). Uma vez que, o uso, pelo produtor de sementes, de uma cultivar protegida, somente poderá ser feito mediante prévia autorização do criador da cultivar, que poderá ou não exigir o pagamento de "royalties" pela sua exploração comercial. (BRAGANTINI, 2005). Assim, várias empresas entraram no mercado empresas como Syngenta; Bayerseeds; e Maeda Deltapini Monsanto Algodão Ltda. (MDM), as quais oferecem novas opções de cultivares (PENNA, 2005). A Syngenta desenvolveu a Makina e a Fabrika, porém atualmente não se encontra no mercado; a Bayer CropScience está sediada em Primavera do Leste, possuindo todas as fases de um programa, desde a hibridação de parentais até os testes finais de linhagens; e a MDM possui no Mato



Grosso experimentos com linhagens finais e novas cultivares (PENNA, 2005; PENNA, 2006).

A MDM é originada da soma de duas importantes marcas relacionadas à expansão e melhoria da cotonicultura; a Maeda - com a experiência de mais de 70 anos em produção comercial de algodão em pluma e derivados; e Delta & Pine Land Company - que possui o maior banco de germoplasma de algodão do mundo, com um programa de investimento e pesquisa para desenvolver novas variedades e tecnologias de acordo com as condições do país, a MDM foi criada em 1999, estando sediada na cidade de Uberlândia – MG (UNEDI). Através da atuação de representantes em várias regiões que cultivam algodão, a MDM está presente no mercado oferecendo cultivares mais produtivas e saudáveis, sendo estas geradas pelo interesse da empresa em promover produtos e serviços que tenham como aliados a tecnologia, a confiabilidade e a produtividade (MONSANTO EM CAMPO, 2009). A genética superior e o apoio técnico de profissionais especializados são atributos que garantem segurança ao produtor. Posteriormente a Deltapine, marca mundial de algodão da Monsanto, foi lançada durante o VII Congresso Brasileiro de Algodão (MONSANTO EM CAMPO, 2009)

### **TRANSGÊNICOS**

Em 2009, a área global de plantações geneticamente modificadas foi de 134 milhões de hectares, o que representa um aumento sustentável de 7% referente a 2008 (JAMES, 2009). De acordo com o mesmo autor, esta área foi cultivada por um recorde de 14 milhões de agricultores, em 25 países, sendo 16 milhões de hectares cultivados com algodão transgênico. O Brasil, neste período, cultivou 21,4 milhões de hectares com lavouras biotecnológicas (soja, milho e algodão) ocupando a segunda posição e crescendo 35,4% em relação a 2008.

Apesar das variações significativas que ocorrem de um país ao outro e, ao longo dos anos, aqueles que adotaram as cultivares GM têm, de maneira geral, se beneficiado economicamente e ambientalmente. As cultivares resistentes a insetos têm permitido uma redução no uso de pesticidas, assim como um aumento visível da renda líquida, enquanto as cultivares tolerantes a herbicidas têm também proporcionado reduções nos custos de produção (FITT et al., 2004).

De forma geral, todos os países que introduziram o algodão Bt têm obtido benefícios econômicos, sociais e ambientais. Estes são decorrentes, em parte, do aumento de produtividade e, principalmente, da redução de, pelo menos, 50% no uso de inseticidas dólares (JAMES, 2002). Em 2001, nos Estados Unidos, o uso do algodão Bt resultou em aumentos de produtividade que correspondem a 84 milhões de quilos, e permitiu uma redução do uso de 0,9 milhões de quilos de inseticidas (ingrediente ativo). Isto resultou em ganhos para o produtor americano de 50 dólares por hectare, correspondendo a um benefício líquido total de 103 milhões de dólares (JAMES, 2002).

Apesar do seu peso no comércio internacional de produtos agrícolas, o Brasil ainda tem uma participação modesta na produção e comercialização de produtos transgênicos em comparação com os seus principais concorrentes. Em 2003, a produção de transgênicos no Brasil ocupou uma área de aproximadamente 3 milhões de hectares, o equivalente a 4% da área mundial. O ISAAA – International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications, publica estatísticas anuais sobre a produção de transgênicos no mundo desde 1997 sendo que o Brasil

somente participa da lista dos países com cultivos biotecnológicos a partir de 2003 (JAMES, 2009).

A pequena participação do Brasil no mercado de cultivos transgênicos contrasta com a sua boa infra-estrutura científica e tecnológica em biotecnologia e com a grande inserção externa do seu agronegócio. Este contraste se explica basicamente pela indefinição do país em relação às questões regulatórias, principalmente as referentes à biossegurança (JAMES, 2009).

No Brasil, a partir de 2007, os produtores contaram com cultivares de algodão transgênicos resistentes a lagartas, a tecnologia Bollgard possibilitou o controle dessas, *Pectinophora gossypiella*, *Alabama argillacea* e *Heliothis virescens* (COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA, 2010). Entretanto, mostrou-se ineficiente no controle da *Spodoptera* sp. e da *Pseudoplusia includens* (falsa medideira) (COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA, 2010). Ainda, esta tecnologia não controla uma das principais pragas da cultura no Brasil, o bicudo-do-algodoeiro. Como consequência, o uso de cultivares Bollgard possibilitou a redução de inseticidas, mas não de uma forma drástica, devido ao número de aplicações que ainda são necessárias (SÁ; GIBAND, 2006).

É importante ressaltar ainda que todos os produtos transgênicos que são comercializados no mundo passaram por rigorosas avaliações de segurança ambiental e alimentar antes de serem liberados. De fato, a FAO, a Organização Mundial de Saúde, as academias de ciências do Brasil, China, Estados Unidos, Índia, Itália, México, Terceiro Mundo, entre outras renomadas instituições científicas, atestam que os produtos GM que já são comercializados são tão seguros quanto os convencionais (FAO, 2004; ICSU, 2010).

A expectativa é que a engenharia genética beneficie avanços na cotonicultura não só na tolerância a herbicidas e resistência a insetos. Futuramente, novas cultivares de algodão GM - com resistência a outros estresses bióticos e abióticos, ou cultivares com qualidade de sementes e de fibras melhoradas - serão introduzidas no mercado (CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA, 2009).

No Brasil, algumas instituições pesquisam o desenvolvimento de algodão transgênico nacional. Uma série de projetos vem sendo desenvolvida pelos centros de pesquisa da Embrapa (SÁ; GIBAND, 2006). Entre eles, destacam-se o isolamento de genes para inibidores de enzimas hidrolíticas e de toxinas Bt, a obtenção de genes para variantes de toxinas Cry e inibidores de proteinases, por meio do uso de técnicas de evolução molecular *in vitro*, transformação de algodão e o de isolamento do gene de colesterol oxidase (MAGALHÃES, 2002; 2004a; 2004b; OLIVEIRA NETO, 2005).

### **SETOR PÚBLICO vs. PRIVADO**

A Lei de Proteção de Cultivares (LPC), sancionada em 25/04/1997, é uma espécie de proteção intelectual dos direitos de criação do pesquisador e assim encorajar o investimento em pesquisa agrícola (BRAGANTINI, 2005). Conforme esse autor, com o advento dessa lei, o uso, pelo produtor de sementes, de uma cultivar protegida, somente poderá ser feito mediante prévia autorização do criador da cultivar, que poderá ou não exigir o pagamento de “royalties” pela sua exploração comercial.

Assim, com a implementação da LPC houve um grande salto dos investimentos privados na pesquisa agrícola, para o melhoramento de plantas autógamas (BRAGANTINI, 2005; PENNA, 2005). Várias empresas após a criação da LPC investiram no melhoramento da cultura do algodoeiro, dentre elas destacamos Syngenta; Bayerseeds; e Maeda Deltapine Monsanto Algodão Ltda. (MDM) (BÉLOT, 2007; PENNA, 2005).

Bélot (2007) afirma que a oferta varietal cresceu drasticamente, passando de uma dezena de cultivares no período 1990-97 a mais de 30 em 1997-2004 e hoje, há 58 variedades de algodão protegidas no SNPC no Brasil. A área algodoeira do cerrado oscila em torno de um milhão de hectares nos últimos anos, com forte potencial de crescimento. Porém, o problema da semente salva e pirata reduz drasticamente o mercado de semente oficial. Os programas de melhoramento privados dependem quase exclusivamente da venda de sua semente. Então a primeira preocupação é saber se o mercado de sementes atual e futuro são suficientes para manter todos os programas vigentes. A saída do mercado da Syngenta pode ser uma primeira resposta (BÉLOT, 2007).

Entre os obtentores privados, existem diferenças muito grandes de poder de competição, de um lado o melhoramento genético das empresas multinacionais como Delta & Pine Land, Bayer/ CSI, Stoneville ou da Fundação MT, e de outro lado empresas de porte médio ou pequeno como Coodetec, BS Genética e Melhoramento, LD Melhoramento de Plantas. Nesta competição pelo mercado, com exceção talvez da Embrapa Algodão, as instituições públicas (IAC, IAPAR, EPAMIG) têm pouca força, inclusive pela falta de estrutura adequada de produção de sementes, esquemas comerciais e de marketing agressivo (BÉLOT, 2007).

Para todos os pequenos programas de melhoramento, a única maneira de sobreviver é visar nichos cativos de mercado, ou trabalhar atrelados a associações ou cooperativas de produtores. Do ponto de vista técnico, o melhoramento genético do algodoeiro no Brasil tem especificidade marcada pela importância dos problemas fitopatológicos nas regiões do cerrado. A diversidade dos patógenos encontrados, vírus, bactérias, fungos e até nematóides não têm equivalente no mundo. Num primeiro momento, a ausência de fatores genéticos de tolerância e/ou resistência nas variedades comerciais foi suprimida pelo controle químico. Estas práticas estão levando a um impasse, tanto do ponto de vista do equilíbrio agro ecológico, como dos custos de produção que chegam a patamares de 17000S\$ ha<sup>-1</sup>, tornando uma cultura de alto risco financeiro (BÉLOT, 2007)

Assim, os programas de melhoramento genético do Brasil são provavelmente os programas que devem trabalhar em conjunto o maior número de variáveis durante os processos de seleção. Em consequência, eles precisam de forte embasamento científico sobre a localização das fontes e os mecanismos genéticos de resistência a estes patógenos, através da maior mobilização das equipes de pesquisas dos diversos setores e das universidades. A partir desses conhecimentos básicos, os programas de melhoramento precisam de meios financeiros importantes, para poder recombinar e selecionar vários genes e alelos de interesse no mesmo indivíduo. A probabilidade de sucesso dependerá da qualidade da seleção realizada, mas muito mais do volume de material a ser trabalhado cada ano. Quanto maior este número, maior será a probabilidade de obter um bom cultivar (BÉLOT, 2007).

Empresas multinacionais, que podem contar com o apoio de laboratórios modernos e de equipes de pesquisa de alto nível em fitopatologia e biologia



molecular, desenvolvem instrumentos como os marcadores moleculares a fim de facilitar as operações de seleção ao longo das gerações. Neste processo todo, as pequenas empresas têm pouca chance de criar materiais competitivos e de sobreviver no mercado. A chegada dos transgênicos cria ainda mais distorções entre as empresas que têm acesso aos diversos "traits" de interesse, e as outras que não tem. A liberação comercial de um evento transgênico particular favorece sem dúvida as empresas multinacionais. (BÉLOT, 2007).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os programas de melhoramento devem continuar a gerar conhecimento para a evolução do melhoramento genético e para equilíbrio nas relações institucionais e comerciais. Além disso, os setores, público e privado devem conviver de maneira harmoniosa perante as inovações e direitos intelectuais, para que haja disponibilidade de tecnologia para os diferentes segmentos e ambientes, com custos compatíveis com a rentabilidade da atividade.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALGODÃO BRASILEIRO. **Sobre o algodão.** Disponível em: <<http://www.algodao.agr.br/cms/>>. Acesso em: 01 out. 2010.

BÉLOT J.L. Melhoramento genetico do algodoeiro na visao do CIRAD. 2007. In : **O algodao como oportunidade de negocios** : VI Congresso Brasileiro do Algodão, 2007. Uberlândia. CD-ROM

BORÉM, A.; SANTOS, F. R. **Biotechnologia simplificada.** Suprema gráfica e editora, Viçosa, 2001. 249p.

BRAGANTINI, C. **Lei de proteção de cultivares.** 2005. Disponível em:<[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG01\\_118\\_131120039558.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG01_118_131120039558.html)>. Acesso em: 04 out. 2010.

BUENO, O. de C.; ROMERO, M. G. C. Participation of the fossil energy in cotton agro-ecosystem in family agricultural explorations.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. **Proceedings online...** Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000000022006000200023&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022006000200023&lng=en&nrm=abn)>. Acesso em: 1 out. 2010.

CIRAD. **Pesquisa e desenvolvimento.** 2005. Disponível em:<<http://www.cirad.org.br/apresentacao>>. Acesso em: 04 abr. 2010.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Aprovações comerciais.** 2009. Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/14783.html>>. Acesso em: 10 out. 2010

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos. 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb>>. Acesso em: 01 out. 2010.

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. **Guia do algodão – tecnologia no campo para uma indústria de qualidade.** 2009. Disponível em: <[http://www.cib.org.br/pdf/guia\\_algodao\\_ago09.pdf](http://www.cib.org.br/pdf/guia_algodao_ago09.pdf)>. Acesso em: 01 out. 2010.

EMBRAPA ALGODÃO. **Cultivo do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar.** 2006. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar\\_2ed/cultivares.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar_2ed/cultivares.html)>. Acesso em: 04 out. 2010.

EMBRAPA ALGODÃO. **Cultivo do algodão irrigado.** 2006. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrigado\\_2ed/index.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrigado_2ed/index.html)>. Acesso em: 05 out. 2010.

EMBRAPA ALGODÃO. **Cultura do algodão no cerrado.** 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoCerrado/cultivares.htm>>. Acesso em: 01 out. 2010.

FAO. **FaoStat.** 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 1 out. 2010.

FITT, G. P., WAKELYN, P., STEWART M., JAMES, C., ROUPAKIAS, D., HAKE, K., ZAFAR, Y., PAGES, J., GIBAND, M. **Global status and impacts of Biotech cotton.** Report of the Second Expert Panel on Biotechnology of Cotton. ICAC, Washington, 72p. 2004.

FAO. **Agricultural Biotechnology:** Meeting the needs of the poor? Food and Agriculture Organization. Rome, 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/006/YS16OE/YS16OEOO.html>>. Acesso em: 10 out. 2010.

FREIRE, E. C.; FARIAS, F. J. C. **Melhoramento do algodoeiro para as condições do Cerrado e Agricultura Familiar do Mato Grosso.** Primavera do Leste: Embrapa/ Fundação Centro Oeste. 2005, 53p. Projeto apresentado ao FACUAL.

IAPAR. **Programa algodão.** 2007. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=306>>. Acesso em: 04 out. 2010.

ICSU. **New genetics, food and agriculture:** scientific discoveries, societal dilemmas. Paris: [s.n.], [200-?]. Disponível em: <<http://www.icsu.org>>. Acesso em: 10 out. 2010.

JAMES, C. **Global status of Commercialized biotech/GM Crops:** 2009. ISAAA Briefs, Ithaca, n. 40, 275 p., 2009.

JAMES, C. **Global status of Commercialized Transgenic Crops**: 2002. ISAAA Briefs, Ithaca, n. 27, 2002. Disponível em: <<http://www.isaaa.org/home.htm>>. Acesso em: 10 out 2010.

MAGALHÃES, M. T. Q.; BATISTA, J. A. N.; FRAGOSO, R. R.; SILVA, S. M. B.; OLIVEIRA, G. R.; OLIVEIRA-NETO, O. B.; FIGUEIRA, E. L. Z.; MONNERAT, R. G.; GROSSI-DE-SÁ, M. F. Isolamento de genes cry com potencial uso no controle do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*). ENCONTRO DO TALENTO ESTUDANTIL, 9., 2004. **Anais...** [S.l: s.n.], p. 67, 2004a.

MAGALHÃES, M.T.Q. BATISTA, J. A. N.; OLIVEIRA, G. R.; SILVA, S. M. B.; FRAGOSO, R. R.; OLIVEIRA-NETO, O. B.; E. L. Z.; MONNERAT, R. G.; GROSSI-DE-SÁ, M. F. Isolamento de genes *Bacillus thuringiensis* com potencial uso no controle das pragas do algodoeiro. WORKSHOP DE INTERAÇÃO MOLECULAR PLANTAS-PRAGA, 1., 2004. **Anais...** [S.l: s.n.], p. 37-41, 2004b.

MAGALHÃES, M.T.Q.; SILVA, S. M. B.; FRAGOSO, R. R.; OLIVEIRA-NETO, O. B.; BATISTA, J. A. N.; MONNERAT, R. G.; GROSSI-DE-SÁ, M. F. Caracterização bioquímica e clonagem de genes cry de uma estirpe de *Bacillus thuringiensis* efetiva contra o bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*). ENCONTRO DO TALENTO ESTUDANTIL, 7., 2002. **Anais...** [S.l: s.n.], p. 34, 2002.

MONSANTO EM CAMPO. **Sustentabilidade na cotonicultura ganha reforço**. Ed. XXX. 2009. Disponível em:<[http://www.monsanto.com.br/monsanto/brasil/newsletter/geral/07\\_2009Novembro/noticiasagronegocio.asp](http://www.monsanto.com.br/monsanto/brasil/newsletter/geral/07_2009Novembro/noticiasagronegocio.asp)>. Acesso em: 04 abr. 2010.

OLIVEIRA NETO, O.B. et al. Optimization of the microinjection technique in cotton plant transformation cv Cedro. BRAZILIAN COTTON CONGRESS, 5., 2005. **Anais...** [S.l: s.n.], p. 06, 2005.

PENNA, J. C. V. Melhoramento do algodão. In BORÉM, A. (Ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Ed. UFV, p. 15-53, 2005.

PENNA, J. C. V.; FARIAS, F. Melhoramento genético do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6. 2007, Uberlândia. **Palestras...** Campina Grande: EMBRAPA. CNPA, 2007. Disponível em:<<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/cba6/palestras/1301.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2010

PENNA, J.C.V. Melhoramento Genético do Algodoeiro. In: Edna Moresco. (Org.). **Algodão: Pesquisas e Resultados para o Campo**. 1. ed. Cuiabá: FACUAL, 2006, v. , p. 262-285.

PENNA, J.C.V. Melhoramento Genético do Algodoeiro. In: MORESCO, E. (Org.). **Algodão: pesquisas e resultados para o campo**. 1 ed. Cuiabá: FACUAL, 2006, p. 262-285.

SÁ, M. F. G.; GIBAND, M. Biotecnologia no Melhoramento: Limites e Perspectivas. In: MORESCO, E. (Org.). **Algodão**: Pesquisas e Resultados para o Campo. 1 ed. Cuiabá: FACUAL, p. 286-303, 2006.