

*Estudo divulgado pela Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural
nos Anais do XL Congresso: tema Equidade e Eficiência na Agricultura Brasileira
28 a 31 de Julho - Passo Fundo RS*

TEMA: Recursos Naturais

AValiação EconôMica DO Algodão Bollgard® NO BRASIL.

Joaquim Bento de Souza Ferreira Filho¹; Augusto Hauber Gameiro²

¹Depto de Economia, Adm. e Sociologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", CP 9, CEP 13418-900. Piracicaba, SP, Brasil, jbsferre@esalq.usp.br; ²Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, CEPEA/ESALQ/USP, CP 132, CEP 13400-970. Piracicaba, SP, Brasil, ahgameir@esalq.usp.br.

RESUMO

Este trabalho avalia o potencial econômico do algodão geneticamente modificado com a tecnologia Bollgard® no Brasil. As análises foram realizadas a partir de resultados experimentais de campo obtidos na safra 1999/2000 por instituições oficiais de pesquisa brasileiras. Foram realizadas simulações de cenários, em situações diversas, com o objetivo de se obter o potencial econômico de uso da tecnologia em condições de campo no Brasil. Foram elaboradas planilhas de custo de produção para as principais regiões produtoras. Realizou-se uma simulação dos efeitos da introdução da tecnologia modificando-se cada sistema. As pesquisas desenvolvidas mostram que esta tecnologia apresenta eficiente controle para as principais lagartas pragas do algodoeiro *Pectinophora gossypiella*, *Alabama argillacea* e *Heliothis virescens*, em condições nacionais. O custo de cada tratamento foi reduzido pelo montante relativo aos defensivos agrícolas empregados, bem como por todas as despesas relacionadas à operação de máquinas e equipamentos necessários à sua aplicação. Acrescentou-se ainda aos cenários, mais duas situações, com elevações de produtividade de 5% e 10%. Os resultados mostram uma grande variação na redução potencial de custos, dependendo principalmente do espectro de pragas presentes em cada região. Em regiões onde o bicudo do algodoeiro é praga importante observa-se uma menor redução do custo de produção, o mesmo acontecendo em regiões de ocorrência da lagarta *Spodoptera sp.* Na média ponderada das simulações, os resultados variaram de uma elevação de R\$ 38,78/ha (+7,1%) no valor da margem bruta de produção (Receita menos o Custo Operacional Total) para o caso de variedades resistentes à doença azul sem considerar aumentos de produtividade, até R\$ 296,88/ha (+44,8%) para o caso de variedades susceptíveis à doença azul, considerando-se elevação de produtividade de 10%. Estimou-se a redução potencial no uso de defensivos agrícolas devido à tecnologia. Estas reduções de inseticidas estariam associadas a uma redução nos custos totais de produção da ordem de R\$20,1 milhões ao ano, sob uma taxa de utilização de 50% da tecnologia. Os resultados encontrados mostram, desta forma, que o uso da tecnologia Bollgard® pode trazer benefícios econômicos significativos aos produtores de algodão do Brasil, bem como benefícios ambientais na forma de redução no uso de inseticidas.

INTRODUÇÃO

Desde a sua introdução inicial nos Estados Unidos em 1996, o algodão com a tecnologia Bollgard[®] vem rapidamente ganhando espaço naquele país. De acordo com Edge (2000), já no seu primeiro ano de utilização o algodão com a tecnologia Bollgard[®] ocupou 728.700 ha, equivalentes a 13,9% da área total com algodão nos Estados Unidos naquele ano. No ano de 2001, a área total plantada em algodão com a tecnologia Bollgard[®] (exclusivamente) atingiu aproximadamente 247.000 ha, equivalentes a 3,8% do total plantado com algodão nos Estados Unidos, após ter atingido um pico de 18% da área total com a cultura naquele país em 1998. Quando se consideram as variedades de algodão que contém conjuntamente a tecnologia Bollgard[®] e a tecnologia Roundup Ready[®], contudo, a área cultivada passa para 2.652.000 ha, ou aproximadamente 40,9% da área total cultivada com algodão nos Estados Unidos em 2001 (USDA-AMS, 1995 a 2001). Fora daquele país, 78.540 ha de algodão Bollgard[®] foram plantados em 1998/1999 no México, Argentina, China, Austrália e África do Sul, e a expectativa era de que 121.457 ha seriam plantados no ano agrícola 1999/2000 (Edge, 2000).

Esta pesquisa tem por objetivo avaliar o potencial econômico da utilização de algodão geneticamente modificado com a tecnologia Bollgard[®], resistente a insetos, no Brasil. Dada a ausência de resultados de campo com o produto no Brasil, uma vez que sua utilização em culturas comerciais não está autorizada, as análises foram realizadas a partir de resultados experimentais de campo realizados na safra 1999/2000, por instituições de pesquisa brasileiras (Santos, 2000; Ramiro, 2000). Deste modo, a partir dos resultados experimentais acima citados, foram realizadas simulações de cenários, em situações diversas, com o objetivo de se obter uma visão geral do potencial econômico de uso da tecnologia em condições de campo no Brasil.

REVISÃO DE LITERATURA

Os resultados experimentais com o uso do algodão geneticamente modificado no Brasil foram obtidos na safra 1999/2000. Nesta seção, é feita uma revisão da literatura relevante em países onde já haja experiência com esta nova tecnologia. A revisão será centrada em resultados publicados de pesquisa, o que limita a área geográfica de busca praticamente aos Estados Unidos da América, país onde o uso do algodão geneticamente modificado está autorizado desde 1996. Além disso, é de se notar que principal fonte de referências a respeito do assunto são os Proceedings do BeltWide Cotton Conferences, nos EUA.

A evidência encontrada na literatura estrangeira, principalmente a norte americana, não é homogênea em relação aos resultados econômicos associados à utilização do algodão Bollgard[®]. Há, na literatura daquele país, basicamente dois tipos de estudos: os que fizeram acompanhamento de culturas comerciais instaladas no campo, e aqueles que se referem a resultados de experimentos com delineamentos experimentais específicos. De maneira geral, em ambos os tipos de estudos podem ser encontrados resultados diversos associados à utilização do algodão Bollgard[®].

Stark Jr. (1997), ao analisar 8 locais de produção representando a maioria dos municípios produtores de algodão do estado da Geórgia no ano de 1996, nos EUA, encontraram que as variedades com a tecnologia Bollgard[®] produziram, na média, 47 kg/ha a mais de fibra, em comparação com as variedades convencionais utilizadas pelos mesmos produtores. Da mesma forma, as variedades com a tecnologia Bollgard[®] necessitaram de 2,5 aplicações de inseticidas a menos do que as convencionais, o que resultou em uma economia total de US\$ 68/ha. Deste modo, autor encontrou uma vantagem bruta em favor da tecnologia Bollgard[®] da ordem de US\$247,0/ha, o que superou largamente o custo da tecnologia naquele ano, que foi de US\$79,0/ha.

Carlson et alii (1998) analisaram uma amostra de 300 produtores de algodão da região sudeste dos EUA (Alabama, Georgia, South Carolina e North Carolina), no ano de 1996, primeiro ano de utilização comercial do algodão Bollgard[®] nos EUA. Os resultados mostraram que os produtores adotantes da nova tecnologia tiveram resultados positivos significativos, com elevação dos lucros. Isto se deu tanto pela elevação da produtividade quanto pela redução nos custos com inseticidas para aqueles produtores. Uma mudança significativa no uso de inseticidas piretróides sintéticos foi reportada, com redução no uso destes produtos. Os resultados levaram os autores a concluir que a adoção das variedades de algodão Bollgard[®] deveria evoluir rapidamente no sudeste dos EUA.

Edens et alii (1998) realizaram um estudo sobre o custo comparativo do controle convencional da lagarta da maçã (*Heliothis virescens*) e da lagarta da espiga do milho (*Helicoverpa zea*) em fazendas do estado do Tennessee, EUA, utilizando-se dados de um levantamento realizado entre produtores da região em 1997. A conclusão geral do estudo foi a de que, em safras com infestação “normal” de pragas, o algodão Bollgard[®] apresentou custo de produção mais elevado do que o das variedades convencionais, devido ao menor número de pulverizações requeridas neste último caso. Esta situação mudava, entretanto, em anos onde havia alta infestação de pragas. Nesta situação, o grande número de pulverizações requeridas no algodão convencional tornava a tecnologia Bollgard[®] mais econômica em termos relativos.

Mullins et al (1999) compararam os resultados econômicos de variedades de algodão com a tecnologia Bollgard[®] e variedades convencionais em 109 localidades das regiões Sul e Sudeste dos EUA, no ano de 1998. Os autores mostraram que, embora os resultados tenham variado entre as áreas, as variedades de algodão com a tecnologia Bollgard[®] obtiveram resultados líquidos mais elevados do que as convencionais em todas as áreas. Na média geral a vantagem das variedades com a tecnologia Bollgard[®] foi de aproximadamente US\$98,8/ha, resultantes de uma economia no controle de insetos pragas de US\$39,52/ha e uma elevação de produção que resultou em ganhos adicionais de US\$59,28/ha.

Bryant et alii (1999a) realizaram um estudo para o ano de 1998 em duas localidades distintas nos EUA, no estado do Arkansas, com delineamento experimental. Os resultados indicaram que o custo de controle de insetos foi US\$17,29/ha maior nos sistemas de algodão Bollgard[®] do que nos convencionais. Deve-se notar que o custo da tecnologia Bollgard[®] foi incluído nos tratamentos onde a mesma foi usada, ao nível de US\$74,10/ha, como custo de controle de pragas. Embora uma variedade convencional tenha obtido o melhor resultado líquido no experimento, cinco tratamentos, entre os quais dois com algodão Bollgard[®], não foram estatisticamente diferentes daquele que apresentou o melhor resultado.

Da mesma forma, Bryant et alii (1999b) avaliaram campos de algodão Bollgard[®] durante os anos de 1996, 1997 e 1998, comparando os resultados com os de variedades convencionais plantadas em áreas adjacentes. Os resultados mostraram que, considerando-se os três anos analisados, as variedades de algodão Bollgard[®] resultaram em maior lucro por ha em 13 das 20 observações. Na média, o uso da nova tecnologia resultou em uma elevação no lucro líquido de US\$96,75/ha. Nos três anos observados, entretanto, os autores salientam que a variedade de algodão Bollgard[®] teve performance não tão uniforme, com baixos rendimentos no ano de 1997. Da mesma forma, os autores chamam a atenção ainda para o fato de que muito do resultado positivo está associado à maior produção da variedade de algodão Bollgard[®], que se apresentou com produtividade superior às variedades tradicionais, uma vez que em muitos casos o custo de produção da mesma foi mais elevado. Como conclusão geral, os autores salientam que é razoável se esperar que as variedades de algodão Bollgard[®] tragam maiores lucros em determinados anos

e menores em outros, quando comparados com as variedades convencionais, em função da ocorrência de maior ou menor pressão de infestação de pragas.

Magaña et alii (1999) realizaram um estudo sobre a economicidade da utilização de algodão geneticamente modificado no México, em Delicias, Chihuahua. Foram testadas 4 variedades geneticamente modificadas com a tecnologia Bollgard[®], e comparadas com uma variedade tradicional. Neste caso, a conclusão dos autores foi de que o maior custo das sementes geneticamente modificadas foi compensado pela redução nos custos do controle de pragas, elevando significativamente o retorno diferencial das variedades geneticamente modificadas em relação às das convencionais. Estes resultados foram ratificados, de modo geral, por uma atualização do estudo anterior (Magaña et al, 2000), onde foram testadas duas variedades geneticamente modificadas e quatro convencionais. Como resultado geral, os autores confirmam suas conclusões anteriores, de que as variedades geneticamente modificadas proporcionaram os maiores retornos econômicos. Deve-se notar, entretanto, que outra variedade convencional (Stoneville 239) obteve resultados comparáveis.

Resultado similar ao obtido por Edens et alii (1988), mencionado anteriormente, pode ser encontrado no estudo de Cooke et alii (2000). Estes últimos autores utilizaram-se de dados de um número de propriedades que variou entre 13 a 15 na região do Delta do Mississippi, EUA, para medir os efeitos, em termos entomológicos e econômicos, do uso do algodão Bollgard[®] comparado com variedades convencionais, para os anos de 1997, 1998 e 1999. Nas propriedades selecionadas foram montados campos comparativos das variedades Bollgard[®] e convencionais. Novamente, o custo da tecnologia Bollgard[®] foi incluído como custo de controle de pragas, quando pertinente. Os resultados mostraram que os custos de controle foram maiores para as variedades geneticamente modificadas em 1997, menores em 1998, e novamente maiores em 1999. Não houve diferenças significativas nos custos dos tratamentos quando consideradas as médias dos 3 anos.

Os autores salientam ainda que aqueles resultados foram basicamente determinados pelo nível de infestação de pragas, notadamente a lagarta das maçãs (*Heliothis virescens*), em cada ano. Assim, os anos de 1997 e 1999 foram anos de baixa infestação da praga, ao contrário de 1998. Com alta pressão de infestação lagarta das maçãs, o custo do controle nas variedades convencionais se eleva muito, tornando mais econômico, em termos comparativos, as variedades Bollgard[®]. Desta forma, os autores concluem que os benefícios do algodão Bollgard[®] são uma função quase absoluta do nível de infestação da lagarta das maçãs. Da mesma forma, os autores chamam a atenção para o fato de que as variedades Bollgard[®] teriam se mostrado com resultados muito mais favoráveis em todos os três anos caso o custo da tecnologia fosse menor.

As conclusões do estudo acima são bastante similares a de outra pesquisa, realizado por Bryant et alii (2000), em estudo com delineamentos experimentais em duas regiões do estado do Arkansas, EUA, no ano de 1999. Em particular, os autores mostram que algumas variedades geneticamente modificadas testadas mostraram desempenho econômico favorável quando comparadas a variedades convencionais, embora na maioria dos casos as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas.

Elena (2000) realizou análise econômica do uso de algodão geneticamente modificado resistente a insetos na Argentina. O trabalho foi conduzido através da análise de 64 parcelas em campos de produtores de algodão (32 com variedades geneticamente modificadas e 32 com variedades convencionais), distribuídos nas províncias do Chaco e de Santiago del Estero. A área sob cultivo com variedades geneticamente modificadas no experimento abrangeu 3.255 hectares. A análise foi conduzida através de Orçamento Parcial. Os resultados mostraram que, na média das parcelas, o algodão geneticamente modificado apresentou redução de 63,74% no número de

pulverizações. A economia correspondente com a aplicação de inseticidas foi de US\$27,55/ha. Em termos gerais, o estudo acima referido mostrou ainda que o incremento líquido obtido nos campos experimentais variou de um valor negativo de US\$12,43 a um valor positivo de US\$174,5/ha, tendo na média dos campos do experimento sido obtido um resultado positivo de US\$65,05/ha.

Carpenter e Gianessi (2000), realizaram estudo tentando identificar as variáveis que explicariam o fato de cerca de 60% da área plantada de algodão nos Estados Unidos da América em 1999 ser feita com variedades de algodão geneticamente modificadas. Os autores concluíram os benefícios aos produtores do uso daquelas variedades incluíam maior produtividade, redução de custos e facilidade de manejo. Adicionalmente, os autores notaram que o uso de inseticidas na cultura do algodão decresceu desde a introdução das variedades geneticamente modificadas.

Fernandez-Cornejo e McBride (2000) realizaram uma análise econométrica para estudar a rápida adoção das variedades de algodão geneticamente modificadas nos Estados Unidos da América, utilizando-se de dados do ano de 1997, para as principais regiões produtoras da cultura naquele país. De acordo com aqueles autores, os resultados da pesquisa direta com os produtores adotantes da nova tecnologia revelaram que os produtores responsáveis por 54,4% da área amostrada apontaram os maiores rendimentos e maior eficiência no controle de pragas como a principal razão para a adoção da tecnologia. Produtores responsáveis por outros 42,2% da área plantada amostrada apontaram a redução nos custos com inseticidas como a principal razão para a adoção.

Os resultados da análise econométrica realizada pelos autores acima indicaram que, efetivamente, o uso de variedades geneticamente modificadas de algodão resistente a insetos estava estatisticamente associada a elevações tanto nos rendimentos agrícolas quanto nos retornos líquidos da cultura do algodão, bem como à redução no uso de inseticidas na cultura. Os autores estimaram ainda que aquelas elevações estariam compreendidas num intervalo entre 1% e 5% de elevação nos valores dos rendimentos agrícolas e nos retornos líquidos (e redução no uso de inseticidas) para cada 10% de elevação no coeficiente de adoção da tecnologia.

Os resultados da análise de Fernandez-Cornejo e McBride (2000) acima citados são em grande medida corroborados pelos resultados encontrados por Kalaitzandonakes e Suntornpithug (2001), que também realizaram análise econométrica para avaliar os fatores envolvidos na rápida adoção do algodão geneticamente modificado nos Estados Unidos. Foram utilizados 620 observações nos anos de 1998 e 1999, em todos os estados produtores daquele país, com exceção dos estados da Califórnia e do Arizona. Os resultados relativos ao algodão com a tecnologia Bollgard[®] mostraram que a efetividade no controle de pragas é provavelmente a consideração mais importante na decisão de adoção da tecnologia por parte dos produtores. Desta forma, os autores concluem que, para os produtores de algodão americanos, a tecnologia Bollgard[®] parece ser uma tática efetiva de controle de insetos. Os mesmos autores encontraram ainda que o tamanho da propriedade parece não ter qualquer influência na decisão de adotar a tecnologia Bollgard[®] que, desta forma, não apresentaria viés de escala na sua adoção.

Frisvold et alii (2000) utilizaram-se de um modelo multi-regional de programação para estimar os efeitos de bem estar da adoção do algodão geneticamente modificado com a tecnologia Bollgard[®] nos Estados Unidos da América, com dados de 1996 a 1998. Reconhecendo que os resultados dos estudos a nível micro-regionais apresentam grande variabilidade de acordo com o ano e a região, os autores trabalharam com diversos cenários para rendimentos físicos e redução de custos de produção. As conclusões mostraram que os ganhos dos adotantes da tecnologia Bollgard[®] se situou entre US\$1,19 a US\$3,0 para cada US\$1,0 gasto com a tecnologia e os custos adicionais das sementes geneticamente modificadas. Os estados americanos de Alabama,

Arizona, Georgia, Louisiana e Mississippi seriam responsáveis por três quartos dos ganhos dos adotantes da inovação.

METODOLOGIA

O uso do algodão geneticamente modificado não está autorizado no Brasil para plantios comerciais. Por esta razão, este estudo baseia-se, no que se refere aos efeitos agrônômicos das variedades geneticamente modificadas, em resultados experimentais obtidos na safra 1999/2000, realizados por instituições de pesquisa nacionais sob solicitação da Monsanto¹, bem como de análises “ex ante”, a serem realizadas com o auxílio de planilhas de custo de produção. Desta forma, os dados de desempenho agrônômico resultantes dos estudos aqui mencionados são produto de informações coletadas no ano agrícola 1999/2000, em campos experimentais.

Para a análise dos efeitos sobre o custo de produção, o procedimento utilizado foi o de se estabelecer planilhas de custo padrão para cada região e, a partir de cada uma, estabelecer as possíveis modificações que poderiam ser determinadas pela introdução da nova tecnologia. A falta de informações de campo, entretanto, torna difícil a avaliação de certos parâmetros, como por exemplo o aumento de produtividade observado em diversos estudos nos EUA com o uso das variedades geneticamente modificadas. Desta forma, será necessário se proceder neste particular através de simulações, realizando análises de sensibilidade nos resultados, quando pertinente.

A definição das planilhas padrão para cada região implica em escolher um sistema de produção. Esta decisão foi tomada com base nos sistemas de produção típicos de cada região. Da mesma forma, a utilização de defensivos agrícolas dentro do sistema típico também deve necessariamente ser arbitrada, assim como o espectro de pragas e ervas daninhas a serem controlados.

A questão de qual defensivo agrícola utilizar em cada sistema de produção merece atenção adicional. Como se sabe, existem, em geral, diversas formulações comerciais para a maior parte dos princípios ativos encontrados nos mercados. Além disso, existem diversos princípios ativos diferentes adequados para o controle de cada praga. Desta forma, adotou-se o critério de se utilizar nas planilhas padrão os produtos mais citados nas pesquisas de campo. Isto se justifica devido ao fato de haver geralmente especificidades locais que atuam fortemente determinando o tipo de produto (princípio ativo ou marca comercial) a ser utilizado, como maior atuação de determinadas empresas ou mesmo de determinados agentes (técnicos ou vendedores). Desta forma, como não foi realizada uma amostragem com representatividade estatística dos sistemas de produção, optou-se pelo procedimento acima descrito.

Outro aspecto relevante a respeito do trabalho aqui realizado é o tipo de análise de custo que está sendo considerada. Aqui, o critério de custo de produção a ser utilizado é o do Custo Operacional Total (COT), como já é convencional. Neste critério de custo, adequado para se comparar tecnologias alternativas como é de interesse do presente estudo, estão computados como itens de custo os custos variáveis (insumos, mão de obra, combustíveis e manutenção de equipamentos), o custo do financiamento do capital de giro, mais a depreciação de máquinas e equipamentos. Não estão computados como itens de custo, portanto, a remuneração de fatores fixos diversos, como a remuneração da terra, depreciação de instalações diversas, remuneração e o custo oportunidade do empresário, e outros custos fixos e semi-fixos, notadamente custos

¹ Santos (2000) e Ramiro (2000).

administrativos. A determinação destes itens de custo implica necessariamente em decisões arbitrárias, uma vez que são, em geral, muito específicos de cada caso.

Os itens considerados, ao contrário, são bastante mais característicos aos processos produtivos, e, portanto, menos heterogêneos entre produtores. Os retornos aos fatores de produção mantidos ausentes no cálculo, portanto, estão implícitos no Retorno Operacional (RO) da atividade, ou seja, na Receita Total (RT) menos o Custo Operacional Total. Como se pode ver, o RO pode ser negativo em determinados anos, se o COT for maior do que a RT. Mas deve-se notar que mesmo nestes casos, entretanto, o produtor pode estar cobrindo seus custos variáveis, mas não a depreciação do equipamento.

Chama-se também a atenção para o fato de que, em contraposição aos estudos analisados quando da revisão de literatura, neste estudo não está sendo incluído como item de custo o Custo da Tecnologia, nem eventuais prêmios sobre os preços das sementes. Isto naturalmente se deve à ausência desta informação para o Brasil até o momento. Deste modo, deve-se ter em mente que este é um item de custo ausente da análise, e que deverá ser agregado ao COT para efeito de análise de rentabilidade da tecnologia. Sendo assim, para a simulação das variedades geneticamente modificadas considerou-se o custo das sementes como sendo igual ao das sementes tradicionais.

Da mesma forma, também não está sendo considerado neste estudo como item de custo a necessidade de se estabelecer refúgios para manejo de resistência a insetos quando se usa a tecnologia Bollgard[®]. Estratégias diferentes podem representar custos adicionais diferenciados, que deveriam então ser agregados aos resultados. Se, contudo, a área refúgio for tratada com manejo convencional, a mesma efetivamente não representará um elemento de custo adicional.

E, finalmente, deve-se notar que, para alguns estados há, na realidade, dois tipos de sistemas de produção de referência: um que admite o uso de variedades de algodão sensíveis à virose (doença azul), e outra para variedades resistentes à mesma. Este caso foi considerado basicamente para os estados do Mato Grosso e Minas Gerais, embora este último ainda represente muito pouco em termos de produção. Nos demais estados, admitiu-se que praticamente todo o algodão utilizado é de variedades resistentes à doença azul.

Todos os preços de insumos e de fatores de produção considerados se referem ao mês de Março de 2001. Da mesma forma, são consideradas as planilhas de custo padrão a serem utilizadas em cada região, como os sistemas de referência para as análises que serão realizadas.

A região de Patrocínio apresenta um custo de produção significativamente menor do que as regiões do Mato Grosso. Esta diferença, entretanto, deve ser analisada com reservas. Verifica-se do quadro que a diferença de custos se deve basicamente ao relativamente pequeno gasto com inseticidas nesta região. Ocorre que esta ainda é uma região marginal na produção de algodão no Brasil, sem grande significado em termos de quantidade produzida. Por ser uma região nova, existe lá uma pequena pressão de pragas. Embora o número de pulverizações não seja muito diferente do observado nas demais regiões, os produtos usados são muito baratos, antigos, muitos deles sem registro para a cultura do algodão, como se pode verificar da planilha detalhada anexa. É de se esperar que isto venha a mudar rapidamente à medida em que aumenta a área cultivada na região.

As informações mais importantes para a análise são as seguintes:

- O Custo Operacional Total (COT) se refere ao custo de produção de algodão em pluma, por hectare. Inclui, portanto, o custo da colheita e o custo de benefício.
- No cálculo das margens, os valores também referem-se ao algodão em pluma, e incorporam, portanto, o custo do benefício, tanto para o valor unitário (R\$/lb) quanto para o valor em R\$/ha. O cálculo das margens já inclui o desconto do Funrural.

- Para o cálculo do custo unitário, utilizou-se um rendimento de pluma de 39% para todas as regiões aqui consideradas.
- O custo do benefício foi considerado como sendo o caroço de algodão mais 5,3% do rendimento de pluma para o estado do Mato Grosso, e de R\$1,00/@ (arroba de 15 kg) de pluma, mais o caroço para os estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Paraná e Ceará. No estado da Bahia o custo do beneficiamento foi considerado como sendo de US\$2,20/@ (arroba de 15 kg) de pluma que, à taxa de câmbio considerada neste estudo (R\$1,88/1US\$) corresponde a R\$4,13/@ de pluma. Esta diferença obedece aos usos e costumes regionais.
- Para o cálculo do custo de benefício em termos monetários, considerou-se um preço médio para o caroço de algodão de R\$120,0/ton para os estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais, e de R\$100,0/ton para os estados do Mato Grosso e Goiás.
- Os valores utilizados para o cálculo das margens são baseados na média do Indicador de Preços ESALQ/BM&F para o período de Abril de 2000 a Março de 2001, valores para pagamento em 8 dias. Este valor do Indicador (R\$0,9231) é para o produto posto na cidade de São Paulo. Desta forma, o preço foi decomposto para cada região, gerando os valores constantes no Quadro 1. A taxa de câmbio utilizada nos cálculos foi de US\$1,88, correspondente à média diária da moeda norte-americana no mesmo período considerado para o preço do algodão em pluma.

Quadro 1. Preços regionais do algodão em pluma utilizados na análise.

Preços regionais		
	R\$/lb	US\$/lb
Mato Grosso	0,8831	0,4697
Goiás	0,8931	0,4751
Minas Gerais	0,9031	0,4804
São Paulo	0,9131	0,4857
Paraná	0,9031	0,4804
Bahia	0,8731	0,4644
Ceará	0,8681	0,4618

Doravante, serão denominados “Referência 1” os sistemas de cultivo de variedades susceptíveis à doença azul.

Os valores para as margens já incluem o custo do benefício, ou seja, são para o algodão em pluma. Adicionalmente, considerou-se que:

- O rendimento de pluma das variedades resistentes à doença azul foi de 39% para o Mato Grosso, e de 36% para os estados de Goiás, Minas Gerais, Bahia, São Paulo, e Paraná. Para o estado do Ceará o rendimento de pluma considerado foi de 35%.
- Para o estado do Ceará o custo de benefício considerado foi de R\$1,0/@ de pluma, mais o caroço.

SIMULAÇÕES

Conforme mencionado anteriormente as simulações foram feitas modificando-se os sistemas de referência para adequá-los ao que seria caso as variedades utilizadas fossem as geneticamente modificadas, com a tecnologia Bollgard[®] (B). Estas simulações foram realizadas para os dois sistemas de referência, o sistema com variedades sensíveis à doença azul (1) e o sistema com variedades resistentes à doença (2). A seguir, descreve-se brevemente as principais características da simulação.

Para efeito de simulação, introduziu-se nos sistemas de produção a tecnologia Bollgard[®]. Neste caso, com base nos resultados experimentais obtidos por Santos (2000) e Ramiro (2000), admitiu-se que a tecnologia teria sido introduzida nas variedades atualmente em uso pelos agricultores. O resultado experimental obtido mostra que esta tecnologia apresenta eficiente controle para as principais lagartas pragas do algodoeiro, a saber a lagarta rosada (*Pectinophora gossypiella*), o curuquerê do algodoeiro (*Alabama argillacea*), e a lagarta da maçã (*Heliothis virescens*). Os tratamentos para *Spodoptera sp*, contudo, foram mantidos, uma vez que esta tecnologia não se aplica ao controle desta praga.

Desta maneira, a simulação foi realizada retirando-se dos sistemas de referência os tratamentos específicos para as pragas mencionadas. Assim, o custo de cada tratamento foi reduzido pelo montante relativo aos defensivos agrícolas empregados, bem como por todas as despesas relacionadas à operação de máquinas e equipamentos necessários à aplicação daqueles defensivos agrícolas.

RESULTADOS

As simulações realizadas compreendem, além do que já foi descrito acima, mais duas situações que envolvem variações na produtividade da cultura para os tratamentos com a tecnologia Bollgard[®]. Neste caso, acrescentou-se aos cenários da simulações mais duas situações, com elevações de produtividade de 5% e 10% sobre os valores adotados nas situações de referência. Isto foi feito porque elevações de produtividade com o uso da tecnologia Bollgard[®] foram observados em diversos estudos nos Estados Unidos (Carlson et alii 1998; Mullins et al, 1999; Carpenter e Gianessi, 2000), na Argentina (Elena, 2000), na China (Pray et al, 2001), e em pelo menos um campo experimental conduzido no Brasil (Ramiro, 2000).

O aumento de produtividade poderia estar ocorrendo devido ao tipo de proteção conferido pela variedade geneticamente modificada, visto que não há necessidade de aplicação de inseticidas ao se detectar a praga no campo, como ocorre no algodão convencional. Desta forma, a planta estaria protegida desde o seu nascimento, evitando-se um eventual dano que poderia ocorrer entre a constatação da necessidade de controle e o controle efetivo, período que, em condições de campo e grandes áreas pode ser significativo. Além disso, o controle pela tecnologia Bollgard[®] independe da tecnologia de aplicação de inseticidas, outro ponto crítico em condições de campo.

Os resultados das simulações realizadas podem ser vistos nas tabelas do anexo. Inicialmente, a produtividade foi considerada como sendo a mesma dos sistemas de referência.

Nas tabelas, as médias referem-se a médias ponderadas dos resultados de cada região, com os pesos sendo dados pela proporção de cada estado no total da área plantada com algodão nos estados do Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Bahia e Ceará, no ano-safra 2000/2001. Os tratamentos estão indicados de acordo com a terminologia estabelecida no início deste trabalho: **B** identifica os tratamentos com a tecnologia Bollgard[®]. Os números 1 e 2 entre parênteses identificam tratamentos com variedades sensíveis e resistentes à doença azul, respectivamente.

As tabelas estão ainda divididas em duas partes. A parte de cima de cada uma traz, na primeira coluna de cada localidade, o valor monetário do Custo Operacional Total, e, na segunda coluna respectiva, a variação no referido custo decorrente do uso da tecnologia em questão. Na parte de baixo se encontram, na primeira coluna, a diferença entre o COT e a Receita Total (margem por hectare), e na segunda coluna, o valor da variação naquela margem decorrente do uso da tecnologia, em valores monetário.

Deste modo, o tratamento identificado como **B(1)**, por exemplo, identifica o cenário com a tecnologia Bollgard[®], em variedades sensíveis à doença azul. Da mesma forma, o tratamento **B(2)** identifica a tecnologia Bollgard[®] em variedades resistentes àquela doença.

Analisando-se os dados da Tabela 1, verifica-se que o tratamento B(1) apresenta redução de custo que varia de 1,3 % a 3,2% do COT. Note-se que este tratamento não apresenta qualquer redução de custo no sistema de produção utilizado em Patrocínio, MG, tanto nos tratamentos com variedades sensíveis à doença azul quanto no caso das variedades resistentes. Isto se deve à presença, naquele local, tanto do bicudo do algodoeiro quanto de *Spodoptera sp.* As pulverizações para aquelas pragas, que também controlam as demais lagartas pragas do algodoeiro, não podem ser eliminadas com o uso da tecnologia Bollgard[®], o que faz com que o custo não se altere.

Da mesma forma, não se observam variações significativas nos sistemas utilizados em Votuporanga (SP) e São João do Ivaí (PR), localidades também fortemente afetadas pelo bicudo. Ainda a este respeito, vale a pena notar que o fato de se considerar variedades sensíveis ou não à doença azul não modifica significativamente os resultados dos tratamentos **B**, uma vez que o controle do pulgão não afeta de forma substancial o controle de lagartas. E, finalmente, chama-se a atenção para a similaridade dos resultados encontrados para a região de Barreiras, na Bahia, e em Primavera do Leste, em Mato Grosso.

Os tratamentos B(2) apresentam, em geral, reduções de custo maiores do que os anteriores, o que indica que a tecnologia Bollgard[®] traz maiores economias de custo de produção quando se usa variedades resistentes à doença azul. Este fato, naturalmente, está relacionado à necessidade de controle do pulgão do algodoeiro, e à possibilidade de se usar a mesma operação também para o controle de lagartas. Note-se ainda que, neste tratamento, a maior redução de custo encontrada se dá no Ceará, onde o sistema de produção é familiar. Observa-se uma redução de custos da ordem de 5,3%, com uma elevação da margem de R\$46,40/ha, um resultado expressivo quando se considera que, no sistema de referência, a margem sobre o COT era de R\$33,54.

Analisaram-se os resultados dos experimentos sob a hipótese de uma elevação de produtividade de 5% devido à utilização da tecnologia Bollgard[®]. A Tabela 2 traz os resultados obtidos.

Os resultados deste cenário são, naturalmente, mais expressivos em termos de aumento de margens do que os observados no caso anterior, quando não se considerou a elevação de produtividade. Deve-se notar que a maneira relevante de se interpretar as tabelas nesta situação de elevação de produtividade é ligeiramente diferente do caso anterior. Como se pode notar da comparação do tratamento B(1) na Tabela 11 e na Tabela 2, por exemplo, a redução percentual do COT é menor quando se tem o aumento da produtividade. Isto decorre, naturalmente, da elevação do custo de beneficiamento de uma quantidade maior de algodão. O efeito da elevação de produtividade na rentabilidade pode ser observado na elevação dos valores das margens, que é bastante significativo. Assim, o tratamento B(1) em Primavera do Leste, que resultava em uma elevação de margem de R\$65,91/ha em relação à testemunha no caso de referência (sem elevação de produtividade), passa a apresentar uma elevação de R\$190,53/ha no valor da margem, sempre em relação à testemunha.

Analisaram-se, finalmente, os resultados dos experimentos sob a hipótese de uma elevação de produtividade de 10% devido à utilização da tecnologia Bollgard®. A Tabela 3 traz os resultados obtidos.

Aplicam-se, na interpretação das tabelas acima, as observações já feitas no item anterior. Verifica-se, deste modo, dos dados da Tabela 3, que o uso da variedade com a tecnologia Bollgard® em Primavera do Leste, por exemplo, estaria trazendo uma elevação na margem bruta de produção em relação ao sistema de produção testemunha da ordem de R\$315,5/ha no caso de variedades sensíveis à doença azul e de R\$324,9 no caso de variedades resistentes àquela doença. Na média ponderada das regiões, o aumento do valor da margem bruta seria de R\$296,88/ha para as variedades sensíveis à doença azul, e de R\$251,89/ha para as variedades resistentes.

Como se pode observar ainda, as reduções no COT são menores do que nos casos anteriores, podendo mesmo haver uma elevação em alguns casos, devido ao maior custo de beneficiamento, ao passo que as margens são substancialmente maiores, como resultado da elevação na receita decorrente da maior produtividade.

ASPECTOS ADICIONAIS DO USO DA TECNOLOGIA BOLLGARD®

Considerando-se estritamente o aspecto da quantidade de defensivos agrícolas liberados no meio ambiente, o uso de tecnologias de controle de pragas do tipo “built in”, como é o caso das variedades geneticamente modificadas, apresenta grandes vantagens em termos de redução da utilização (Carlson, 1998; Magaña et alii, 1999; Elena, 2000; Edge, 2000). O uso da tecnologia Bollgard® dispensa o uso dos defensivos agrícolas utilizados no controle da lagarta das maçãs, do curuquerê do algodoeiro, e da lagarta rosada.

Utilizando-se dos valores relativos à redução no uso dos defensivos agrícolas obtidos quando das simulações dos cenários envolvendo a tecnologia Bollgard®, procedeu-se a uma estimativa da quantidade de defensivos agrícolas que teria sido poupada, ou seja, do montante cuja aplicação poderia ter sido evitada com o uso do algodão geneticamente modificado. O procedimento envolvido neste cálculo consistiu em somar, em uma primeira etapa, a quantidade a ser reduzida de todos os defensivos agrícolas do sistema de referência (2), ou seja, considerando-se o caso das variedades resistentes à doença azul. Adotou-se este sistema de referência por contar o mesmo com planilhas de todas as regiões. Além disso, este é provavelmente o cenário que prevalecerá a médio prazo.

A seguir, estas quantidades físicas potenciais de produtos químicos a serem reduzidas (em litros de produto comercial por hectare) foi multiplicada pelo número de hectares plantados com algodão em cada estado respectivo, no ano safra 2000/2001. A seguir, calculou-se a proporção representada pelos estados considerados na área total plantada com algodão no Brasil, que foi, para o ano considerado, de 86,0% (738.400 hectares em um total de 858.300 hectares, de acordo com dados do levantamento de Abril de 2001 da CONAB). O valor obtido para a área dos estados foi então extrapolada para a área total plantada com algodão no Brasil no ano safra 2000/2001. Obteve-se assim uma estimativa da quantidade de defensivos agrícolas que não seriam utilizados devido ao uso da tecnologia Bollgard®. Esta quantidade é, na realidade, uma miscelânea de diversos produtos. De forma implícita, portanto, o procedimento utilizado projeta para as demais regiões do Brasil o mesmo padrão de redução no uso de inseticidas observado nos estados analisados.

O resultado obtido aqui, naturalmente, é condicionado pelas hipóteses adotadas, e à sua luz deve ser analisado. A interpretação é como se segue: sob as hipóteses utilizadas, uma taxa de utilização uniforme entre os estados de 50% da área plantada em 2000/2001 teria levado a uma

redução de uso de 952,9 mil litros de defensivos agrícolas. Sob uma taxa de utilização da tecnologia de 70% da área aquele valor seria de aproximadamente 1,33 milhões de litros de defensivos agrícolas diversos. Estes volumes seriam fluxos anuais de redução de uso de defensivos agrícolas. Sob utilização da tecnologia em 100% da área, a redução no uso de defensivos agrícolas atingiria a marca de 1,9 milhões de litros de defensivos agrícolas diversos.

Deve-se notar que estes valores cresceriam na mesma proporção da área cultivada se a composição da redução do uso entre os estados fosse a mesma considerada no presente estudo. A se manter a tendência observada no período recente, entretanto, onde o aumento da área cultivada com algodão no Brasil se dá principalmente na região do estado do Mato Grosso, aqueles valores acima calculados poderiam ser encarados como limites inferiores, uma vez que os estados daquela região são os que apresentariam maiores reduções na utilização de defensivos agrícolas pelo uso da tecnologia Bollgard[®] ².

O segundo aspecto a ser considerado na tecnologia Bollgard[®], ao dispensar o uso de pulverizações para algumas pragas, seria o elemento de redução do risco de produção na atividade. A determinação do momento correto da aplicação de inseticidas e a execução das operações são elementos essenciais no controle de pragas. A possibilidade de se detectar tardiamente as pragas, ou de surgirem dificuldades no seu controle, especialmente em grandes áreas como as que estão se firmando nas novas regiões produtoras, é um elemento importante na administração de risco por parte dos produtores (Edge, 2000).

Desta forma, a tecnologia Bollgard[®], ao dispensar a atenção com relação às pragas controladas pela mesma, reduziriam o risco na atividade. Reduziria também o número de decisões a serem tomadas pelos produtores no que diz respeito ao controle de pragas, permitindo aos produtores e técnicos dedicarem mais tempo às demais atividades necessárias para a condução das culturas.

Finalmente, a exemplo do visto acima para a redução no uso dos produtos, em quantidade físicas, procedeu-se a uma estimativa do valor agregado a ser poupado pela cotonicultura brasileira em termos de custo de produção, devido ao uso da tecnologia Bollgard[®]. Neste ponto deve-se chamar a atenção novamente para o fato de que o custo da tecnologia não foi considerado neste trabalho. Este custo, portanto, deveria ainda ser deduzido do valor aqui obtido como redução de custo.

O procedimento utilizado para o cálculo foi o de se multiplicar a margem média (ponderada) de cada tratamento da Tabela 1 pela área cultivada com algodão no Brasil em 2000/2001, considerando-se ainda diversos cenários para a taxa de utilização das tecnologias. Observa-se que, sob uma taxa de utilização de 50% da tecnologia, o tratamento B1 (Bollgard[®] em variedades susceptíveis à virose) traria uma redução agregada de custos de produção da ordem de R\$20,1 milhões ao ano, geradas pela redução no uso de inseticidas, de óleo diesel e dos demais custos associados à aplicação de inseticidas. Novamente, estes valores cresceriam junto com a área cultivada, e em proporção maior do que o crescimento da mesma, caso o crescimento da cultura se dê mais nos estados do Centro-Oeste e no oeste da Bahia, como tem sido a tendência atual.

Vale a pena observar ainda que na análise acima não foram considerados como itens de custo os deslocamentos de máquinas até o local de trabalho. Nos modernos sistemas de produção nas novas regiões produtoras, com grandes áreas a serem trabalhadas, as distâncias a serem

² Pelos resultados aqui obtidos, a média de redução de uso de defensivos agrícolas nos sistemas de Primavera do Leste e de Sorriso seria de 3,13 litros/ha; na Bahia de 4,4 l/ha (média), no Ceará de 0,2 l/ha, em Patrocínio de 2,5 l/ha, em Votuporanga de 0,5 litros/ha, e em Ipameri de 0,4 litros/ha.

percorridas pelos equipamentos de pulverização até o local onde serão utilizados pode ser considerável, o que poderia qualificar as estimativas acima como conservadoras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma série de outros aspectos poderia ainda ser adicionada à presente análise. Ao lado dos benefícios econômicos potenciais da utilização da tecnologia Bollgard[®], haveria ainda, como se viu, benefícios potenciais importantes em termos de redução na liberação de defensivos agrícolas no meio ambiente. Além da redução no uso de defensivos agrícolas propriamente dita, estimada acima, haveria ainda a redução na quantidade de embalagens destes produtos a serem descartadas, com benefícios tanto econômicos quanto ambientais correspondentes.

Outro aspecto relacionado ao uso da tecnologia Bollgard[®] é a questão da eficácia do controle de pragas. Os dados experimentais analisados mostram a adequada eficiência da tecnologia no controle das principais lagartas praga do algodoeiro. Desta forma, evita-se, com o uso da mesma, o problema da eficiência da aplicação de inseticidas, bem como do momento correto de aplicar, da ocorrência de chuvas após a aplicação, e assim por diante. Os aumentos de produtividade encontrados associados à tecnologia na literatura têm sido associados a este aspecto da questão. Desta maneira, esta tecnologia poderia vir a se tornar também importante para os pequenos produtores, que se utilizam de tecnologias deficientes de controle de pragas, dada a falta de equipamentos adequados para a aplicação de defensivos agrícolas. Além disso, pequenos produtores não contam, em geral, com técnicos de campo para levantamento de infestação de pragas, nem de assistência técnica como no caso das grandes propriedades. Da mesma forma, a redução na manipulação destes produtos também poderia ajudar a diminuir os sérios problemas de intoxicação pelo mal uso de produtos químicos na agricultura.

O possível aumento na eficiência do controle de pragas não alvo da tecnologia devido à menor redução na população de inimigos naturais, decorrente da redução no uso de inseticidas em pulverização, é outro aspecto positivo de difícil mensuração, do ponto de vista econômico. Este efeito foi notado por Benedict et al (2000), citado por Edge et alii (2000), que observaram uma menor infestação de trips, afídeos outros lepidópteros³. A este respeito, Xia et alii (1999) reportaram uma elevação na população de inimigos naturais em algodão Bollgard[®].

Os resultados encontrados neste estudo, desta forma, apontam para a conclusão de que o uso da tecnologia Bollgard[®] pode trazer benefícios econômicos significativos aos produtores de algodão do Brasil, bem como benefícios ambientais significativos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Benedict, J.H; Altman, D.W. Commercialization of Transgenic Cotton Expressing Insecticidal Crystal Protein. in: **J.J. Jenkins and S. Saha (eds)**. Emerging Technologies in Cotton Breeding. Science Publishers, Enfield, New Hampshire, USA. 2000.
- Bryant, K.J; Allen, C.T; Bourland, F.M; Earnest, L.D. Cost and Return Comparisons of Roundup Ready and Bollgard[®] Cotton Varieties. **Beltwide Cotton Conference. Proceedings**. Volume 1:236-238. 1999a.

³ No caso citado, a *Spodoptera exigua*.

- Bryant, K.J; Robertson, W.C; Lorenz III, G.M. Economic Evaluation of Bollgard[®] Cotton in Arkansas. **Beltwide Cotton Conference. Proceedings.** Volume 1:349-350. 1999b.
- Bryant, K.J; Allen, C.T; Bourland, Smith, K.L; F.M; Earnest, L.D. Cost and Return Comparisons of Transgenic Cotton Systems in Arkansas. **Beltwide Cotton Conference. Proceedings.** Volume 1:343-345. 2000.
- Carpenter, J.E; Gianessi, L.P. Value of Bt and Herbicide-Resistant Cottons. **Beltwide Cotton Conference. Proceedings.** Volume 1:76-79. 2000.
- Cooke Jr., F.T; Freeland Jr, T.B. Some Economic Considerations for BT Cotton Planting in the Yazoo-Mississippi Delta. **Beltwide Cotton Conference. Proceedings.** Volume 1:383-384. 1998.
- Cooke Jr, F.T; Scott, W.P; Whitten, J; Meeks, R.D; Parvin Jr., D.W. The Economics of BT Cotton in the Mississippi Delta – A Progress Report. **Beltwide Cotton Conference. Proceedings.** Volume 1:332-334. 2000.
- Edens, E.R; Slinsky, S; Larson, J.A; Roberts, R.L; Lentz, G.L. Economic Analysis of Genetically Engineered BT Cotton for Tobacco Budworm and Bollworm Control. **Beltwide Cotton Conference. Proceedings.** Volume 1:380-383. 1998.
- Edge, J.M; Benedict, J.H; Carroll, J.C. Bollgard[®] Cotton: An Assessment of Global Economic, Environmental, and Social Benefits. Report. Fleishman-Hillard Inc./Kansas City. mimeo. 24 p. 2000.
- Elena, M.G. Economic Analysis of the Use of Pest-Resistant Transgenic Cotton (Bt) vs Conventional Cotton in Argentina. Monsanto Argentina SAIC – INTA Saenz Peña Joint Effort Report. mimeo. snt. 2000.
- Fernandez-Cornejo, J; McBride, W.D. Genetically Engineered Crops for Pest Management in U.S. Agriculture. Resource Economic Division, Economic Research Service. U.S. Department of Agriculture. Agricultural Economic Report no. 786. 20 p. 2000.
- Frisvold, G; Tronstadt, R; Mortensen, J. Effects of Bt Cotton Adoption: Regional Differences and Commodity Program Effects. Western Agricultural Economics Association Annual Meeting. Vancouver, British Columbia, June 29 – July 1, 2000.
- Kalaitzandonakes, N.G; Suntornpithug, P. Why Farmers Adopt Biotech Cotton? **Beltwide Cotton Conference. Proceedings.** Volume 1:179-183. 2001.
- Magaña, M.J.E; Garcia, J.G; Rodriguez, A.J.O; Garcia, J.M.O. Comparative Analysis of Producing Transgenic Cotton Varieties Versus No Transgenic Variety in Delicias, Chihuahua, Mexico. **Beltwide Cotton Conference. Proceedings.** Volume 1:255-256. 1999.
- Magaña, M.J.E; Garcia, J.G; Rodriguez, A.J.O; Nájera, A.A; Garcia, J.M.O. Cost and Return Comparisons of Seven Cotton Varieties in Delicias, Chihuahua, Mexico. **Beltwide Cotton Conference. Proceedings.** Volume 1:340-343. 2000.
- Mullins, J.W; Mills, J.M. Economics of Bollgard[®] versus Non-Bollgard[®] Cotton in 1998. **Beltwide Cotton Conference. Proceedings.** Volume 2:958-961. 1999.
- Pray, C; Ma, D. Impact of Bt Cotton in China. *World Development*, 29(5). pp.813-825. Elsevier Science. 2001.
- Ramiro, Z.A. Estudo da eficiência da cultivar Bollgard[®] geneticamente modificada no controle do curuquerê, *Alabama argillacea* (Hübner, 1818), da lagarta da maçã *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781), e da lagarta rosada *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1844). Laudo Técnico de Praticabilidade Agrônômica. Processo no. 01200.001840/99-82 – CTNBio. 39 p. Instituto Biológico. 2000.

- Santos, W.J. Estudo da eficiência da cultivar Bollgard[®] geneticamente modificada no controle das lagartas *Heliothis virescens*, *Alabama argillacea* e *Pectinophora gossypiella*, pragas do algodoeiro. Laudo Técnico de Praticabilidade Agronômica. Ensaio:Dinâmica – BIB-DP-AL0199. 17 p. Instituto Agronômico do Paraná. 2000.
- Stark Jr, C.R. Economics of Transgenic Cotton: some Indication Based on Georgia Producers. **Beltwide Cotton Conference. Proceedings.** Volume 1:251-253. 1997.
- United States Department of Agriculture. Cotton Varieties Planted. 1995-2001. (separate reports). Agricultural Marketing Service. Cotton Division. Memphis, Tennessee. Vários anos.
- Xia, J.Y; Cui, J.J; Ma, L.H; Dong, S.L; Cui, X.F. The Role of Transgenic Bt Cotton in Integrated Insect Pest Management. *Acta Gossipii Sinica.* 11(2). p.57-64. 1999.

Tabela 1. Resultado das simulações, sem elevação de produtividade, para a tecnologia Bollgard®. Custo Operacional Total, Variação e Valor das Margens. Valores em R\$.

COT - R\$/ha	1 - PV (MT)		2 - SO (MT)		3 - IP (GO)		4 - PT (MG)		5 - VT (SP)		6 - SJ (PR)	
Testemunha (1)	2.113,18	0,0%	2.457,18	0,0%			1.881,95	0,0%				
B (1)	2.047,27	-3,1%	2.425,18	-1,3%			1.881,95	0,0%				
Testemunha (2)	2.094,35	0,0%	2.326,59	0,0%	2.324,33	0,0%	1.848,73	0,0%	1.713,07	0,0%	1.515,69	0,0%
B (2)	2.018,69	-3,6%	2.294,59	-1,4%	2.302,23	-1,0%	1.848,73	0,0%	1.702,62	-0,6%	1.515,69	0,0%
Margem R\$	1 - PV (MT)		2 - SO (MT)		3 - IP (GO)		4 - PT (MG)		5 - VT (SP)		6 - SJ (PR)	
Testemunha (1)	782,88	0,00	587,40	0,00			775,94	0,00				
B (1)	848,79	65,91	619,40	32,00			775,94	0,00				
Testemunha (2)	801,71	0,00	717,99	0,00	309,90	0,00	604,71	0,00	413,16	0,00	236,76	0,00
B (2)	877,37	75,66	749,99	32,00	332,01	22,11	604,71	0,00	423,61	10,45	236,76	0,00

(CONTINUA)

(continuação)

COT - R\$/ha	7 - BA (BA)		8 - BI (BA)		9 - CE (CE)		Média
Testemunha (1)	2.034,57	0,0%	2.341,27	0,0%			0,0%
B (1)	1.969,45	-3,2%	2.276,15	-2,8%			-2,1%
Testemunha (2)	1.994,95	0,0%	2.301,65	0,0%	883,60	0,0%	0,0%
B (2)	1.929,83	-3,3%	2.236,53	-2,8%	837,20	-5,3%	-2,0%
Margem R\$	7 - BA (BA)		8 - BI (BA)		9 - CE (CE)		Média
Testemunha (1)	278,07	0,00	595,41	0,00			0,00
B (1)	343,18	65,12	660,53	65,12			46,90
Testemunha (2)	317,69	0,00	635,03	0,00	33,54	0,00	0,00
B (2)	382,80	65,12	700,15	65,12	79,94	46,40	38,78

PV - Primavera do Leste, SO - Sorriso, IP - Ipameri, PT - Patrocínio, VT - Votuporanga, SJ - São João do Ivaí, BA - Barreiras, convencional, BI - Barreiras, irrigado, CE - Ceará, Áreas (mil hectares): Mato Grosso - 370,4; Goiás - 97,6; Minas Gerais - 37,6; São Paulo - 64,6; Paraná - 64,1; Bahia - 55,0, Ceará - 49,1. B(1) variedades sensíveis à doença azul. B(2) variedades resistentes à doença azul.

Tabela 2. Resultado das simulações, com elevação de produtividade de 5% para a tecnologia Bollgard® . Custo Operacional Total, Variação e Valor das Margens. Valores em R\$.

COT - R\$	1 - PV (MT)		2 - SO (MT)		3 - IP (GO)		4 - PT (MG)		5 - VT (SP)		6 - SJ (PR)	
Testemunha (1)	2.113,18	0,0%	2.457,18	0,0%			1.881,95	0,0%				
B (1)	2.067,46	-2,2%	2.446,40	-0,4%			1.911,09	1,5%				
Testemunha (2)	2.094,35	0,0%	2.326,59	0,0%	2.324,33	0,0%	1.848,73	0,0%	1.713,07	0,0%	1.515,69	0,0%
B (2)	2.038,87	-2,6%	2.315,81	-0,5%	2.331,88	0,3%	1.878,34	1,6%	1.727,98	0,9%	1.544,49	1,9%
Margem R\$	1 - PV (MT)		2 - SO (MT)		3 - IP (GO)		4 - PT (MG)		5 - VT (SP)		6 - SJ (PR)	
Testemunha (1)	782,88	0,00	587,40	0,00			775,94	0,00				
B (1)	973,41	190,53	750,41	163,01			879,69	103,75				
Testemunha (2)	801,71	0,00	717,99	0,00	309,90	0,00	604,71	0,00	413,16	0,00	236,76	0,00
B (2)	1.001,99	200,28	881,00	163,01	434,06	124,16	697,77	93,07	504,56	91,40	295,59	58,83

(CONTINUA)

(continuação)

COT - R\$	7 - BA (BA)		8 - BI (BA)		9 - CE (CE)		Média
Testemunha (1)	2.034,57	0,0%	2.341,27	0,0%			0,0%
B (1)	1.978,92	-2,7%	2.288,18	-2,3%			-1,2%
Testemunha (2)	1.994,95	0,0%	2.301,65	0,0%	883,60	0,0%	0,0%
B (2)	1.939,30	-2,8%	2.248,56	-2,3%	837,20	-5,3%	-1,0%
Margem R\$	7 - BA (BA)		8 - BI (BA)		9 - CE (CE)		Média
Testemunha (1)	278,07	0,00	595,41	0,00			0,00
B (1)	449,35	171,28	795,34	199,93			171,89
Testemunha (2)	317,69	0,00	635,03	0,00	33,54	0,00	0,00
B (2)	488,97	171,28	834,96	199,93	125,79	92,26	145,33

PV - Primavera do Leste; SO - Sorriso; IP- Ipameri; PT - Patrocínio; VT - Votuporanga; SJ - São João do Ivaí; BA - Barreiras (convencional; BI (Barreiras, irrigado); CE - Ceará. Áreas (mil hectares): Mato Grosso - 370,4; Goiás - 97,6; Minas Gerais - 37,6; São Paulo - 64,6; Paraná - 64,1; Bahia - 55,0; Ceará - 49,1. B(1) variedades sensíveis à doença azul. B(2) variedades resistentes à doença azul.

Tabela 3. Resultado das simulações, com elevação de produtividade de 10% para a tecnologia Bollgard® . Custo Operacional Total, Variação e Valor das Margens. Valores em R\$.

COT - R\$	1 - PV (MT)		2 - SO (MT)		3 - IP (GO)		4 - PT (MG)		5 - VT (SP)		6 - SJ (PR)	
Testemunha (1)	2.113,18	0,0%	2.457,18	0,0%			1.881,95	0,0%				
B (1)	2.087,64	-1,2%	2.467,62	0,4%			1.940,23	3,1%				
Testemunha (2)	2.094,35	0,0%	2.326,59	0,0%	2.324,33	0,0%	1.848,73	0,0%	1.713,07	0,0%	1.515,69	0,0%
B (2)	2.059,06	-1,7%	2.337,03	0,4%	2.361,54	1,6%	1.907,94	3,2%	1.753,34	2,4%	1.573,28	3,8%
Margem R\$	1 - PV (MT)		2 - SO (MT)		3 - IP (GO)		4 - PT (MG)		5 - VT (SP)		6 - SJ (PR)	
Testemunha (1)	782,88	0,00	587,40	0,00			775,94	0,00				
B (1)	1.098,03	315,15	881,42	294,02			983,45	207,51				
Testemunha (2)	801,71	0,00	717,99	0,00	309,90	0,00	604,71	0,00	413,16	0,00	236,76	0,00
B (2)	1.126,61	324,90	1.012,01	294,02	536,12	226,22	790,84	186,13	585,51	172,35	354,42	117,65

(CONTINUA)

(continuação)

COT - R\$	7 - BA (BA)		8 - BI (BA)		9 - CE (CE)		Média
Testemunha (1)	2.034,57	0,0%	2.341,27	0,0%			0,0%
B (1)	1.988,39	-2,3%	2.300,20	-1,8%			-0,3%
Testemunha (2)	1.994,95	0,0%	2.301,65	0,0%	883,60	0,0%	0,0%
B (2)	1.948,77	-2,3%	2.260,58	-1,8%	837,20	-5,3%	0,1%
Margem R\$	7 - BA (BA)		8 - BI (BA)		9 - CE (CE)		Média
Testemunha (1)	278,07	0,00	595,41	0,00			0,00
B (1)	555,51	277,44	930,15	334,74			296,88
Testemunha (2)	317,69	0,00	635,03	0,00	33,54	0,00	0,00
B (2)	595,13	277,44	969,77	334,74	171,65	138,11	251,89

PV - Primavera do Leste; SO - Sorriso; IP- Ipameri; PT - Patrocínio, VT - Votuporanga; SJ - São João do Ivaí; BA - Barreiras (convencional; BI (Barreiras, irrigado); CE - Ceará.
 Áreas (mil hectares): Mato Grosso - 370,4; Goiás - 97,6; Minas Gerais - 37,6; São Paulo - 64,6; Paraná - 64,1; Bahia - 55,0; Ceará - 49,1.
 B(1) variedades sensíveis à doença azul. B(2) variedades resistentes à doença azul.

