



## **PERSPECTIVA DO USO DE SEMENTES TRANSGÊNICAS NA PRODUÇÃO DE MILHO NO BRASIL**

**JOÃO CARLOS GARCIA; JASON DE OLIVEIRA DUARTE;**

**EMBRAPA**

**SETE LAGOAS - MG - BRASIL**

**garcia@cnpms.embrapa.br**

**APRESENTAÇÃO SEM PRESENÇA DE DEBATEDOR**

**CIÊNCIA, INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E PESQUISA.**

### **1. INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento da agricultura tem se caracterizado pelo surgimento, em intervalos distintos de tempo, de tecnologias que alteram profundamente a situação de equilíbrio previamente alcançada. Estas tecnologias modificam a resposta das plantas ao uso de determinados insumos, possibilitam uma melhor adaptação das plantas a características ambientais ou alteram a forma de execução de determinadas operações de campo. Como exemplo da primeira situação, temos o conjunto de conhecimentos que permitiram a chamada "Revolução Verde", baseada no desenvolvimento genético de plantas com maior eficiência de resposta a insumos como água e fertilizantes. No segundo caso, temos o desenvolvimento de cultivares de soja adaptados a condições ambientais do Brasil Central e às possibilidades de mecanização das operações agrícolas. No terceiro caso tem-se o desenvolvimento do sistema de plantio direto, que possibilitou um melhor gerenciamento das operações mecânicas e melhor controle da perda de solo e de nutrientes pela erosão. Após o impacto inicial da nova tecnologia, que provoca a maior alteração, uma série de pequenas adaptações se verificam de forma a melhorar a eficiência tanto técnica como econômica e na forma de conduzir a atividade de produção agrícola.

Aspectos gerenciais associados com as possibilidades abertas pelas novas tecnologias tem sido determinantes para sua adoção. O caso recente da expansão do plantio direto em áreas comerciais deve-se principalmente às facilidades de sua realização, frente ao sistema tradicional de preparo de terra para o plantio. Melhor flexibilidade de execução das operações mecânicas em períodos chuvosos, menor necessidade de potência dos tratores, ao lado de melhor controle da erosão favoreceram consideravelmente a sua adoção.

As novas tecnologias tendem a afetar de formas diferentes as explorações agrícolas, os agricultores e as regiões onde essas atividades se desenvolvem. Como decorrência desta distribuição desigual, uma série de críticas naturalmente ocorrem. Recentemente, considerações de caráter ambientais tem ganho maior ênfase no que diz respeito à análise dos custos e benefícios das novas tecnologias. A maior participação de instituições



privadas em atividades de pesquisa agrícola tem levantado considerações sobre a apropriação privada dos benefícios, por estas entidades, e também discussões sobre quem se beneficia do progresso tecnológico na agricultura. Como a estas instituições privadas tem sido possível exercer controle sobre a difusão de algumas tecnologias, existe a possibilidade do uso, por elas, de procedimentos de concorrência imperfeita, como forma de se apropriar de uma parcela maior desse benefício.

Neste ambiente é que está se desenvolvendo a mais recente das mudanças tecnológicas de amplitude global na agricultura: os produtos resultantes de processos de transformação biotecnológica. A primeira onda desta tecnologia ainda gera uma profunda polêmica, provocada principalmente por restrições sobre o maior controle da apropriação privada dos resultados da inovação, pelo seu desenvolvedor. A segunda onda ainda é uma imensa e nebulosa área de possibilidades, promessas e desenvolvimentos que necessitam de ajustes finais.

No caso das tecnologias já em uso por agricultores em diferentes partes do mundo, duas se destacam por sua amplitude de adoção: as transformações relativas a resistência ao herbicida glifosato (RR) e a incorporação de resistência a insetos (Bt). Estas características, pela sua universalidade, representada da necessidade de manter a área de produção com o menor número de plantas concorrentes e reduzir os efeitos econômicos significativos decorrentes do ataque de insetos pragas, tem sido incorporadas em várias espécies de interesse econômico. O maior impacto tem se concentrado em algumas poucas espécies, tais como a soja, o milho e o algodão. Na soja, a área com transgênicos já ocupa 85% da área plantada nos Estados Unidos, no algodão, cultivares com transformações genéticas já ocupam cerca de 76% da área plantada nos Estados Unidos e no milho o crescimento verificado tem sido mais lento, limitando-se a 45% da área plantada nos Estados Unidos (ERS/USDA, 2004). Em termos globais, cerca de 60% da área plantada com soja está com cultivares transgênicas, enquanto que no caso do algodão este percentual atinge 28% e no caso do milho o percentual é de 14% (James, 2005)

No Brasil, a expansão dos cultivos com cultivares transgênicos iniciou-se com a soja, favorecida pela possibilidade de multiplicação da semente pelos agricultores, sem perda do potencial produtivo. Existem indícios de plantios de algodão transgênico e poucas referências a plantios de milho com utilização de sementes geneticamente modificadas. O objetivo deste artigo é explorar as possibilidades de expansão da utilização de sementes de milho geneticamente modificadas no Brasil.

## **2. CARACTERÍSTICAS TRANSGÊNICAS DOMINANTES.**

As características dominantes incorporados por meio de tecnologias de transgenia em sementes de grandes culturas tem sido a resistência ao herbicida glifosato e a resistência a insetos pragas que atacam as culturas no campo. A razão desta ênfase está na maior importância em um ou outro destes aspectos para a agricultura comercial.

A necessidade de manter a cultura sem competição de plantas de outras espécies na área de produção reduz a concorrência por água, luz e nutrientes. A introdução dos herbicidas em substituição ao cultivo mecânico ou manual facilitou o gerenciamento deste processo e a possibilidade do uso do glifosato (um herbicida de baixo custo e de amplo espectro de controle) de uma maneira geral facilita ainda mais esta atividade. A produção de herbicidas com base neste princípio ativo não estão restritos à empresa que o desenvolveu, a Monsanto, o que permite a aquisição do mesmo produto com preços entre 5 e 10% menores do que o original. Existem transformações genéticas que proporcionam



resistência a outros herbicidas, que por serem de desenvolvimento posterior são menos referenciadas nas discussões sobre o uso de transgênicos.

A ação dos insetos praga necessita também ser controlada, pois eles afetam a produtividade das lavouras ao reduzir o número de plantas com potencial de produção ou mesmo reduzindo a área foliar, afetando a elaboração de carboidratos ou proteínas que serão translocados para os grãos. Os métodos mais empregados tem sido o uso de produtos químicos ou, em menor escala, o uso de métodos de manejo integrado de pragas ou de inimigos naturais. As últimas alternativas implicam na necessidade de maior gerenciamento da área de produção, porém reduzem o uso de produtos químicos. As pressões ambientais tem direcionado a política de pesquisa das empresas na busca de produtos com menor toxicidade, seletivos e com menor dose de aplicação, além de uma tendência de produtos "curativos" ao invés de "preventivos" (Conceição, 2004).

A maior ou menor importância desses aspectos tem direcionado a escolha do tipo de modificação genética que será utilizada em determinada espécie de planta explorada comercialmente. Nas espécies onde a introdução de transgenia tem sido mais intensa (milho, soja ou algodão), a adoção comercial de produtos com uma ou outra característica tem se mostrado desigual, conforme indicam dados para os Estados Unidos. Na soja, onde 87% da área plantada já o é com cultivares transgênicas, estas incorporam a tecnologia de resistência a glifosato. No algodão nota-se uma maior dispersão, sendo que em 18% da área plantada são utilizadas sementes com Bt isoladamente, 27% da área com cultivares resistentes a glifosato e 34% com ambas as características. No milho 26% da área plantada o são com cultivares com o gene Bt isoladamente, 17% da área com cultivares resistentes a glifosato e 9% com sementes que incorporam ambas as características (ERS/USDA, 2005). Os diferentes padrões de desenvolvimento indicam que as tecnologias transgênicas apresentam vantagens associadas a fatores limitantes que ocorrem com maior intensidade em diferentes explorações agrícolas, assim como a alternativas de controle já existentes.

### 3. TRANSGÊNICOS E MILHO NO MUNDO

A grande expansão dos cultivos transgênicos no mundo está basicamente centrada na soja. Cerca de 60% da área com produtos transgênicos no mundo estão ocupados por esta leguminosa (James, 2005). Como resultado, a maior concentração de países com significativa área de produção ocupada por transgênicos também são os principais produtores desta espécie: EUA, Argentina e Brasil. A exceção desta relação é o Canadá onde a produção de canola resistente a herbicidas é a principal espécie com expressiva utilização de cultivares geneticamente modificadas.

A expansão da área plantada com sementes de cultivares com transformações genéticas em outras espécies (algodão, milho e canola) apresentou um desempenho inferior ao da soja, embora a difusão seja crescente. Nestes produtos, a produção não é concentrada em poucos países e a liberação para o plantio é um assunto a ser resolvido em cada um dos países soberanos. O incremento na área ocupada com transgênicos passa então a ser dependente dessa liberação para plantio em cada um dos países. Como os países que detêm grandes quantidades de áreas destinadas à produção agrícola é restrito, grandes avanços globais poderão ser verificados apenas no Brasil, China e Índia.

Das espécies em que se verificam maior penetração dos produtos resultantes das tecnologias transgênicas, o milho é o que apresenta a menor taxa de adoção, mesmo em países onde este cereal é plantado principalmente com fins comerciais como nos Estados Unidos (52% da área, ERS/USDA, 2005) e Argentina (55% da área, James, 2004). Fato



similar aconteceu quando da difusão das novas cultivares dentro dos enfoques da "Revolução Verde". Nesta ocasião, as sementes de novas cultivares de trigo e arroz apresentaram uma taxa de difusão mais expressiva do que a do milho. Uma das causas deste maior sucesso pode ser devido à maior facilidade da multiplicação, pelos agricultores, das sementes de trigo e arroz (Byerlee, 1993), mantendo a pureza genética do material liberado pela pesquisa. Mesmo em países de agricultura avançada, como os Estados Unidos, a taxa de utilização de sementes de plantas autógamas, como trigo e soja, produzidas pelos próprios agricultores é relativamente alta (Butler e Marion, 1985). Situação similar aconteceu com a soja no caso dos transgênicos, seja nos Estados Unidos e na Argentina (em ambos a legislação permite a multiplicação de sementes para uso próprio pelos agricultores) ou no Brasil (via a introdução ilegal e a posterior multiplicação pelos agricultores).

Além de aumentar o potencial de multiplicação anual das sementes, agora não mais restrito à capacidade instalada das empresas produtoras de sementes, a utilização de sementes próprias pelos agricultores, em espécies com alta taxa de autofecundação, constitui-se em uma forma de reduzir o custo de acesso à nova tecnologia, pois não implica na aquisição anual das sementes na qual esta está incorporada. Novas sementes somente necessitam ser adquiridas quando do lançamento, pelas empresas de melhoramento, de novas cultivares com maior potencial produtivo ou alguma outra característica que torne a aquisição interessante para os agricultores. No caso da "Revolução Verde", a característica de bens livres e a ausência de grandes restrições públicas e regulatórias facilitou a difusão das novas tecnologias. Os produtos derivados da biotecnologia tiveram seu desenvolvimento científico favorecido pela perspectiva de apropriação privada dos resultados, sendo que novas formas de apropriação dos benefícios pelos desenvolvedores necessitaram ser desenvolvidas para que isto fosse possível (FAO 2004). Entretanto restrições públicas e regulatórias tem criado barreiras e retardando a velocidade da sua difusão.

No caso do milho, a difusão das cultivares transgênicas tem sido mais intensa em dois países onde a produção do cereal é eminentemente comercial: os Estados Unidos e a Argentina. Mesmo nestes países, nos quais na totalidade da área plantada para produção de milho são utilizadas sementes melhoradas (Pigalli, 2001), a substituição das sementes normais pelas transgênicas não foi efetuada em grande escala. Isto pode ser devido a limitações de eficiência das sementes de milho transgênicas, ao alto preço das dessas sementes em relação ao valor econômico de seus benefícios ou também à existência de um potencial de competição representado pelas empresas não produtoras de sementes transgênicas no mercado (disponibilidade de outras alternativas).

Por outro lado, como uma grande parcela da produção de milho mundial ainda é originária de pequenas lavouras, conduzidas com o propósito de subsistência em países pobres, não é de se esperar que ocorra uma expressiva ocupação da área cultivada por sementes transgênicas, tal qual a que ocorreu com a soja. Muitos destes agricultores usam sementes próprias, de variedades ou de híbridos de baixo preço, geralmente desenvolvidos por programas governamentais de pesquisa. Características transgênicas somente atingiriam de forma expressiva os campos destes agricultores no caso de sua incorporação nas variedades ou dos híbridos que geralmente utilizam. Isto parece improvável, visto que os "royalties" cobrados pelas empresas que desenvolveram pesquisas transgênicas são altos frente ao preço das sementes de variedades públicas, e mesmo das de híbridos de baixo preço, resultando em um custo final das sementes excessivamente elevado para estes agricultores. Estas podem ser algumas das razões pela baixa incorporação de tecnologias



transgênicas na produção do milho, resultando na mais lenta adequação tecnológica da produção do milho aos novos paradigmas tecnológicos.

Restrições comerciais parecem exercer pequena influência na difusão da tecnologia dos transgênicos no milho. O milho é um cereal de consumo preferencialmente local. Devido ao seu baixo preço por peso, o transporte para outras regiões longe das produtoras geralmente não é vantajoso. Desta forma, o mercado internacional é tradicionalmente abastecido por poucos países, basicamente os Estados Unidos e Argentina, nos quais fatores como proximidades dos portos ou logística de transporte são favoráveis. A China tem exportado grandes quantidades com o objetivo de reduzir os seus estoques (provavelmente se tornará um país importador nos próximos anos), a França é a fonte principal de abastecimento da Comunidade Européia, assim como a África do Sul abastece países da África. O Brasil somente recentemente tem se inserido no mercado exportador. Como os principais países exportadores globais (Estados Unidos e Argentina) não realizam a segregação de seu milho transgênico, dificilmente o mercado internacional se constituirá em fator restritivo para a difusão de plantios com este tipo de cultivares, pois restam aos importadores poucas opções de países com excedentes para atender às suas necessidades.

#### 4. O MERCADO DE SEMENTES DE MILHO NO BRASIL.

Na maioria dos países com agricultura avançada existe um diferencial no padrão de organização do setor sementeiro das empresas dedicadas à produção de sementes híbridas (milho, sorgo etc.) com relação às empresas produtoras de variedades ou de espécies com alta taxa de autofecundação (caso da soja, algodão etc.). Uma indústria de sementes bem estabelecida e uma correta política de preços executada para as sementes geneticamente modificadas, são fatores que contribuirão sensivelmente para a maior incorporação deste tipo de tecnologia ao processo produtivo do milho. A difusão dos cultivares geneticamente modificados desse cereal é então essencialmente dependente da indústria de produção de sementes instalada, ao contrário da situação em outras culturas.

Diferentemente das outras espécies de expressão econômica com amplitude nacional, no Brasil a indústria de sementes de milho é altamente concentrada. Em culturas como a soja, as empresas produtoras de sementes apresentam características regionais, e segundo a ABRASEM cerca de 370 empresas atuam neste mercado. O mercado de sementes de milho híbrido é atendido por 17 empresas, com atuação nacional, sendo que quatro delas concentram cerca de 77 % dos vendas de sementes. Noventa e uma outras empresas multiplicam sementes de variedades de milho (algumas delas também produzem sementes de milho híbrido). As sementes de milho comercializadas (híbridas e variedades) são suficientes para o plantio de cerca de 77% da área com milho no Brasil, sendo os 23% restantes semeados com sementes multiplicadas pelos agricultores (Tabela 1).

Tabela 1 – Estimativa de mercado e de uso de sementes pelos produtores de milho no Brasil – Safra 2004/2005

Tipos de sementes	% do Mercado de sementes	% da área com milho
<b>Híbridas</b>	<b>97</b>	<b>75</b>
Quatro maiores produtores	78	60
Outros produtores	19	15



<b>Variedades</b>	<b>03</b>	<b>02</b>
<b>Próprias</b>	<b>-</b>	<b>23</b>

Fonte: Dados da APPS, Ministério da Agricultura (Coordenação Nacional do Zoneamento Agrícola) e IBGE. Processados pelos Autores

Com esta situação de concentração de mercado, as empresas tem um grande poder de ditar novos padrões de tecnologia, quando inseridos nas sementes, e cobrar por eles um preço diferenciado. Esta prática tem um limite, definido pela concorrência existente entre as empresas, pelo tamanho do mercado atendido pelas empresas produtoras de sementes de menor custo e pela considerável fatia representada pelos agricultores que utilizam sementes próprias. Esta possibilidade pode ser verificada na transição do tipo de sementes de milho comercializadas nos últimos anos, com o crescimento da participação do segmento de sementes de híbridos simples. Nas últimas seis safras ocorreu uma inversão entre a quantidade comercializada de híbridos duplos e simples, embora estes últimos apresentassem maior preço, em contrapartida à também maior produtividade potencial (Tabela 2).

Tabela 2: Participação no mercado de diferentes tipos de sementes de milho, e percentagem da área plantada com sementes comerciais em relação à área total com milho no Brasil – Safra 2004/2005.

Ano	Milho Híbrido				Milho Variedade	% da Área com Milho
	Duplo	Triplo	Simple	Total		
1999/00	39	25	28	91	9	79
2001/02	34	25	34	93	7	78
2003/04	29	25	42	96	4	79
2004/05	31	23	43	97	3	77

Fonte: Dados da APPS e IBGE. Processados pelos Autores

Diferentemente do caso da soja, e de outras espécies em que a taxa de autofecundação é alta, verifica-se perda do potencial produtivo quando grãos colhidos em campos de produção de milho, em que foram utilizadas sementes híbridas, são utilizados como sementes em safras posteriores. A alta percentagem de utilização de sementes comerciais nas lavouras de milho no Brasil evidencia o interesse dos agricultores pela compra anual de sementes. Por outro lado, a manutenção do potencial produtivo facilitou a disseminação das sementes transgênicas de soja que foram, a partir de sementes contrabandeadas, sendo multiplicadas ao longo dos anos pelos próprios agricultores brasileiros.

Os benefícios econômicos advindos da renovação anual das sementes, no caso do milho, permite um controle natural e a apropriação privada de benefícios na difusão de cultivares de milho. Esta proteção natural pode ser estendida às cultivares com características geneticamente modificadas, visto que estas novas características podem ser oferecidas como partes constituintes das cultivares. Esta situação seria similar ao que se verificou na migração que ocorreu na direção dos híbridos simples, onde o maior preço da semente foi referendado pela percepção pelos agricultores das vantagens das novas cultivares. Como o mercado de sementes de milho no Brasil é dominado por um pequeno número de empresas, é possível a realização deste tipo de política de preços. Isto não



significa entretanto que seja possível um poder oligopolista da indústria de produção de sementes de milho. Muitas empresas desta indústria ainda mantém na linha de produção sementes de preço mais baixo, seja por serem de cultivares mais antigas, por apresentarem menor potencial produtivo ou por estas empresas não serem capazes de implantar políticas de preço semelhantes às empresas líderes do mercado. Como resultado é possível a escolha entre 169 cultivares que compõem o mercado de sementes de milho no Brasil (desde variedades até híbridos simples), com uma ampla variação de preços entre elas.

## 5. A ECONOMIA DOS TRANSGÊNICOS EM MILHO NO BRASIL

É de se esperar que se reproduza no Brasil o mesmo tipo de situação que se verifica nos outros países com relação à utilização de cultivares de milho com modificações genéticas. Neste caso, a característica dominante a ser incorporada será a resistência a insetos pragas que causam prejuízo a esta cultura no país. A transformação genética é baseada na produção pela planta de toxinas, produzidas normalmente na natureza, pela bactéria de solo, *Bacillus thuringiensis* (Berliner), hoje designada por Bt. Esta bactéria foi inicialmente utilizada no controle biológico de insetos pragas. Por volta de 1920 já havia produção massal do Bt, para o controle lagarta-européia do milho, no sudeste da Europa. Na França o Bt vem sendo produzido comercialmente desde 1938. A atividade das toxinas do Bt apresentam atividade diferenciada para cada espécie de inseto e mesmo ao nível de subespécie (Waquil, 2004).

No Brasil, o principal inseto praga das lavouras de milho é a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Seu ataque pode acontecer desde a emergência das plantas até o pendoamento, sendo que o estágio da planta de milho mais sensível aos danos causados por este inseto é o de 8-10 folhas. O tratamento de sementes tem sido o método mais recomendado para controle desta lagarta na fase inicial da cultura. Os inseticidas sistêmicos, aplicados na forma de tratamento de sementes, dão controle até cerca de 17 dias após o plantio sob condições satisfatórias de suprimento de água (Viana, 2000). Em ataques mais tardios, o controle é possível de ser realizado por meio de pulverizações dirigidas. O ataque desta praga tem efeitos agravados em situações de déficit hídrico e a infestação é menos intensa quando as chuvas ocorrem regularmente durante o período inicial e intermediário da lavoura. Os prejuízos causados pela lagarta do cartucho são dependentes do nível de danos, que estão relacionados com a intensidade da infestação. Existem recomendações de iniciar o controle quando ao menos 17% das plantas estiverem com sintomas de folhas raspadas (Cruz, 2000)

Existem dois fatores relevantes que podem afetar o processo de adoção das cultivares transgênicas de milho modificados para produção de toxinas que permitam o controle deste inseto. A primeira é a existência de processos alternativos de controle que são efetivos. A segunda é a dependência de fatores variáveis de clima (principalmente precipitação) que determinam o nível potencial de prejuízos na cultura de milho em decorrência do ataque deste inseto. Desta forma, a decisão do agricultor sobre o preço máximo a pagar por uma cultivar com esta característica incorporada é:

$$P_{Max} = Df(E(dh)) \cdot Y \cdot P_y \quad (1)$$

Sujeito a:

$$P_{Max} < P_{alt} \cdot E_{falt} \quad (2)$$



Onde:

PMax - é o preço máximo viável de ser pago por determinada quantidade (sc de 20 kg, p. ex.) de sementes de milho;

Df(E (dh)) - é o dano potencial (em percentual de redução de produção) que é função da expectativa E (dh) da ocorrência de deficiências hídricas nas fases iniciais e intermediárias da lavoura;

Y . Py - é o valor resultante da multiplicação da produção (Y) possível de ser obtida em uma área a ser plantada com a quantidade de semente definida em PMax pelo preço do milho (Py) ;

Palt - é o custo do tratamento alternativo e

Efalt - é a eficiência do tratamento alternativo.

Considerando desta forma, a utilização de cultivares de milho com transformação Bt pode ser encarada como um seguro contra a ocorrência do ataque dos insetos praga. Isto difere do caso dos transgênicos com resistência ao herbicida glifosato, onde existe a certeza da ocorrência de plantas invasoras e o controle delas é efetuado após o seu aparecimento, com o uso de um herbicida de amplo espectro e de baixo custo. Em termos gerenciais, isto facilita a condução das lavouras.

Existe então a maior probabilidade de aceitação das cultivares transgênicas com Bt em regiões onde ocorre um grande potencial de ataque da lagarta do cartucho no milho e por agricultores que conduzem lavouras de milho que utilizam sistemas de produção voltados para obtenção de altos rendimentos agrícolas, visto que o valor potencial da redução de produção é maior.

Em levantamento de sistemas de produção de milho, pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo constataram a existência de tratamentos mais comuns, uma vez constatado o ataque lagartas do cartucho em intensidade que, a critério dos agricultores, justifique os gastos com tratamentos químicos. O tratamento mais comum é uma aplicação com um inseticida piretróide e, se necessário uma segunda aplicação com um inseticida fisiológico (casos de ataque mais intenso requerem uma terceira aplicação com fisiológicos). O custo destes tratamentos alternativos estabelece o limite superior do preço máximo a ser pago pelos agricultores pelo uso da tecnologia transgênica. Em termos atuais, o valor deste custo se situa entre R\$ 65,81 e 145,81 (preços de novembro de 2005, no Paraná) por hectare plantado. Esta variação é decorrente do uso de alternativas de produtos químicos e o uso de maior ou menor quantidade de aplicações em decorrência da maior ou menor gravidade das infestações, nas diferentes regiões produtoras. Considerando-se uma eficiência de controle de 100% da infestação, este seria também o acréscimo máximo que poderia ser cobrado por saco de 20 kg de sementes de milho transgênico (quantidade suficiente para plantio de um hectare).

Considerações adicionais podem ser introduzidas para avaliar possíveis restrições dos agricultores a pagar previamente (por ocasião da compra das sementes de milho) por um tratamento que somente redundará em vantagem econômica caso ocorra um ataque dos insetos pragas. Isto dependerá da percepção dos agricultores quanto a possibilidade de ocorrência das pragas, do capital investido na instalação da lavoura do milho, do potencial de produção esperado (fatores já mencionados) e da sua propensão a correr o risco representado por um ataque de pragas que não possa ser controlado.

A difusão de tecnologias transgênicas na cultura do milho no Brasil, está na dependência da política adotada pelos detentores de sua propriedade intelectual com relação ao preço a ser cobrado pelo uso desta tecnologia pelos produtores. Como regra, e

neste caso viabilizado pela necessidade já estabelecida de compra anual de sementes de milho, o valor cobrado tem sido um adicional incorporado ao preço da semente (no caso da soja, em virtude da multiplicação das sementes pelos agricultores, métodos alternativos de cobrança sobre a produção obtida tem sido implantados). Este adicional seria mais factível de ser absorvido pelos produtores que atualmente plantam cultivares com alto potencial produtivo (e também implantam sistemas de produção que visam uma produtividade de milho mais elevada nas lavouras). Estas cultivares já apresentam custo de comercialização mais alto, justamente em função deste maior potencial produtivo, o que reduz a margem de manobra com relação ao montante de um possível sobrepreço. A introdução da taxa adicional pelo uso da tecnologia transgênica em cultivares no segmento de médio e menor potencial de produtividade tem reduzida probabilidade de ser aceita. Isto deve-se tanto pela menor atratividade em termos de retorno econômico como também pela menor disposição, já demonstrada pelos agricultores, em pagar por insumos que impliquem em acréscimo significativo em seu custo de produção.

O segmento das cultivares com alto potencial produtivo representou aproximadamente 43% das sementes de milho vendidas no Brasil, na safra de 2004/05 (dados da APPS, não publicados). Considerando-se que as sementes comerciais ocupam cerca de 77% da área plantada com milho no Brasil, sementes de alto potencial de produtividade são utilizadas em cerca de 33% da área semeada com este cereal. Este pode ser um indicativo da área potencial para a introdução dos transgênicos nas lavouras de milho no Brasil. Este valor ainda pode sofrer alguns ajustamentos para baixo, considerando-se áreas onde as condições ambientais não sejam adequadas para que o desenvolvimento dos insetos pragas se constitua um problema econômico.

Com relação à quantidade de grãos de milho com características transgênicas que entraria no mercado brasileiro, este dado somente pode ser estimado a partir de suposições muito fortes. Uma aproximação grosseira pode ser obtida a partir da constatação de que o segmento de produtores que utiliza sementes de milho com alto potencial de produção é o que normalmente obtém maiores rendimentos físicos em termos de produtividade agrícola. Este segmento também concentra a maior parte do milho efetivamente comercializado no país (a maior parte de sua produção vai para o mercado, ao invés dos produtores com sistemas de produção de média e baixa tecnologia). Desta forma, é provável que uma parcela maior do milho a ser utilizado para alimentação de animais confinados, para processamento e mesmo para eventuais exportações seja superior a este percentual de 33%.

## **6. O PAPEL DOS PROGRAMAS DE MELHORAMENTO**

O papel a ser desempenhado pelas empresas que possuem programas de melhoramento genético de milho no Brasil é decisivo na difusão dos cultivares transgênicos. Como as de caráter privado são poucas, e direcionadas para produtos com maior valor agregado, podem conduzir a oferta de sementes de forma a atender a seus propósitos, impondo determinados padrões tecnológicos. A alternativa a este comportamento está nos programas públicos como o da Embrapa (o maior deles e com uma linha de produtos que vai de variedades até híbridos simples), CATI (centrado em variedades), algumas cooperativas e pequenas empresas produtoras de sementes que ainda mantêm uma oferta constante de cultivares de médio potencial de produção. A manutenção destes programas representa uma forma de manter a diversidade da oferta e atender aos



agricultores que não considerem a necessidade de utilizar cultivares geneticamente modificados.

## 7. LITERATURA CITADA

BYERLEE, D. **Modern varieties, productivity and sustainability: recent experience and emerging challenges.** Trabalho apresentado no Workshop on Post-Green Revolution Agricultural Development Strategies: What Next? Orlando, Florida, July 1993. Não publicado

BUTLER, L. J.; MARION, B. W. **The impacts of patent protection on the u.s. seed industry and public plant breeding.** Madison: University of Wisconsin, 1985. 128 p (North Central Regional Research Publication, 304).

CONCEIÇÃO, M. Z. Contribuições das associações de agronegócios e insumos agrícolas no avanço tecnológico - produtos fitossanitários / Contribuição Da Andef. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO,25.; SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, SPODOPTERA FRUGIPERDA, 1., 2004, Cuiabá. **Da agricultura familiar ao agronegócio: tecnologia, competitividade e**

sustentabilidade: [resumos expandidos]. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo: Empaer, 2004. Seção Palestras.

CRUZ, I.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Pragas: pragas da fase vegetativa e reprodutiva. In: CRUZ, J. C.; VERSIANI, R. P.; FERREIRA, M. T. R. (Ed.). **Cultivo do milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 1). Disponível em: < <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/prvegetativa.htm> > Acesso em: 29 mar. 2005.

ERS/USDA. **Adoption of genetically engineered crops in the U. S.** Washington, D.C.: Economic Research Service, U.S. Dept. of Agriculture, 2005. Disponível em: < [www.ers.usda.gov/Data/BiotechCrops/](http://www.ers.usda.gov/Data/BiotechCrops/) > Acesso em: 06 mar. 2006.

FAO **The State of Food and Agriculture 2003-04 - Agricultural Biotechnology: meeting the Needs of the Poor?** Rome, 2004. Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/006/Y5160E/Y5160E00.HTM> > Acesso em: 30 mar.2005.

ISAAA. **Global Adoption Rates (%) for Principal Biotech Crops: 2005.** Ithaca: ISAAA, 2005. Disponível em: < [http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press\\_release/images/briefs34/figures/hectares/adoption\\_hectares.jpg](http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press_release/images/briefs34/figures/hectares/adoption_hectares.jpg) > Acesso em: 06 mar. 2006.

JAMES, C. **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2004.** Ithaca: ISAAA, 2004. 12 p. (ISAAA Brief, 32). Disponível em: < [http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press\\_release/briefs32/ESummary/Executive%20Summary%20\(English\).pdf](http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press_release/briefs32/ESummary/Executive%20Summary%20(English).pdf) > Acesso em: 7 mar. 2006.



JAMES, C. **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops:** 2005. Ithaca: ISAAA, 2005. 12 p. (ISAAA Brief, 34). Disponível em : < [http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press\\_release/briefs34/ESummary/Executive%20Summary%20\(English\).pdf](http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press_release/briefs34/ESummary/Executive%20Summary%20(English).pdf) > Acesso em: 06 mar. 2006.

PINGALI, P. L. (Ed.). **CIMMYT 1999–2000 world maize facts and trends: meeting world maize needs: technological opportunities and priorities for the public sector.** México, D.F.: CIMMYT, 2001. 60 p.

VIANA, P. A.; CRUZ, I.; WAQUIL, J. M. Pragas: pragas iniciais. In: CRUZ, J. C.; VERSIANI, R. P.; FERREIRA, M. T. R. (Ed.). **Cultivo do milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 1). Disponível em : < <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/prsementes.htm> > Acesso em: 29 mar. 2005.

WAQUIL, J. M.; VILELLA, F. M. F. **Perspectiva para o uso do Milho-Bt no Brasil.** Palestra apresentado no XXV Congresso Nacional de Milho e Sorgo; I Simpósio Brasileiro sobre a Lagarta-do-Cartucho, Spodoptera frugiperda; Cuiabá, MT, ago./set 2004. Não publicado.