

RELAÇÃO CUSTO BENEFÍCIO NA PRODUÇÃO DE SILAGEM COM MILHO Bt¹

Geraldo Balieiro Neto

Zoot., Dr., PqC do Pólo Regional Centro Leste/APTA

geraldobalieiro@apta.sp.gov.br

José Ramos Nogueira

Med. Vet., PqC do Pólo Regional Centro Leste/APTA

jrn@apta.sp.gov.br

Roberto Botelho Ferraz Branco

Eng. Agr., Dr., PqC do Pólo Regional Centro Leste/APTA

branco@apta.sp.gov.br

Luiz Carlos Roma Junior

Eng. Agr., Dr., PqC do Pólo Regional Centro Leste/APTA

lcroma@apta.sp.gov.br

Mauro Sartori Bueno

Zoot., Dr., PqC do Instituto de Zootecnia/APTA

msbueno@iz.sp.gov.br

Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes

Eng. Agr., Dr., PqC do Pólo Regional Centro Leste/APTA

terezinha@apta.sp.gov.br

Evaldo Ferrari Junior

Eng. Agr., Dr., PqC do Instituto de Zootecnia/APTA

ferrari@iz.sp.gov.br

O armazenamento de forragem na forma de silagem para alimentação dos animais no período da seca é um processo de custo elevado, cujo benefício relaciona-se diretamente com o volume e qualidade da massa de forragem produzida. O milho representa a principal cultura armazenada em forma de silagem para utilização ao longo do período de estiagem, devido à possibilidade de boas produções com alto valor nutritivo.

No ano de 2007, foram disponibilizados aos produtores rurais híbridos de milho geneticamente modificados (GM) contendo o gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) que transmite resistência ao ataque de pragas e possibilita reduzir os custos com a aplicação de defensivos contra a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*) e broca do colmo (*Diatraea saccharalis*). O fato da lagarta-do-cartucho ser uma das principais pragas do milho no Brasil, além de distribuir-se em todas as regiões de cultivo e reduzir a produção em até 38%, fez com que houvesse rápida expansão da tecnologia dos híbridos geneticamente modificados.

Entretanto, como a colheita para a produção de silagem ocorre antes do acúmulo máximo de matéria seca, em condições de baixo nível de infestação, o acréscimo no valor dos híbridos modificados pode superar os gastos do controle de pragas realizado através de produtos químicos e/ou biológicos. Dessa forma, foi realizado um trabalho na APTA Centro Leste com o objetivo de avaliar o custo benefício de híbridos de milho contendo o gene *Bt*.

Os resultados da comparação entre híbridos geneticamente modificados e suas contrapartes convencionais (isogênicos próximos) devem-se aos danos nas plantas causados pelas pragas e, portanto, está diretamente relacionado ao nível de infestação por pragas e a resistência natural do híbrido convencional.

Quanto maior o nível de infestação por pragas e danos nas plantas, maior o benefício da utilização dos híbridos geneticamente modificados. Por outro lado, em altos níveis de infestação há recomendação da aplicação de defensivos também em plantas modificadas, desfavorecendo sua competitividade.

Contudo, considerando a dificuldade em prever o ataque de pragas, o investimento em sementes modificadas funciona como um “seguro” contra os danos provocados pelas mesmas, evitando a preocupação com a infestação e a mobilização de máquinas para a pulverização, o que pode representar vantagem em fazendas com culturas diversificadas e alta demanda de máquinas na mesma época. Neste contexto, cabe considerar que somente a resistência ao ataque de pragas não garante a produção esperada, pois outros fatores,

como fertilidade de solo e precipitação, podem prejudicar a produção, sendo os prejuízos de tais ocorrências maiores quando utilizadas híbridos mais caros e mais exigentes quanto a esses quesitos.

Dessa forma, as sementes modificadas seriam mais apropriadas aos sistemas produtivos de alto nível tecnológico, em que a adubação e a irrigação possam favorecer a manifestação do potencial produtivo das mesmas. Na ausência de chuvas regulares e condições de desenvolvimento da planta com déficits nutricionais, a perda econômica poderá ser agravada pelos híbridos modificados devido a maior exigência nutricional e maior custo de aquisição. Por outro lado, as condições ambientais influenciam a infestação por pragas, as chuvas, por exemplo, no momento certo, podem reduzir o nível de infestação por pragas, sendo difícil prever qual será o benefício da utilização de híbridos modificados quando comparados aos híbridos convencionais cultivados com o uso de inseticida.

Na safra de 2009, os custos da produção agrônômica dos híbridos modificados ou convencionais da Agrocerec foram equivalentes (Tabela 1). Na safra de 2010, os custos das lavouras convencionais foram superiores as lavouras com milho modificado. A diferença entre as safras 2009 e 2010 ocorreu devido ao maior volume de chuva no primeiro mês após o plantio na safra de 2009, o que pode ter contribuído para o controle natural na incidência de pragas, enquanto na safra de 2010 houve déficit hídrico e maior nível de infestação.

Em 2010, os danos causados pela *Spodoptera frugiperda*, avaliados em 25 plantas por tratamento através de escala visual (0 = sem dano e 5 = planta morta), foram em média 1,04; 1,60; 1,52; 1,52; 1,68 nos híbridos transgênicos e 2,08; 2,28; 2,68; 2,84 e 2,80 nos híbridos convencionais com 15, 22, 29, 36 e 46 dias após o plantio, respectivamente, resultando em menor produção e maior custo dos híbridos convencionais. Embora os híbridos transgênicos tenham sido significativamente efetivos contra a *Spodoptera frugiperda*, não o foram contra a *Helicoverpa zea* aos 71 e 78 dias após o plantio, cujos danos observados através de escala visual (0 sem danos e 4 danos graves) foram em média 0,72 e 1,04 nos híbridos transgênicos e 0,84 e 0,96 nos híbridos convencionais, respectivamente. Esse resultado foi coerente à observação de menor concentração da toxina *Bt* no grão quando comparada com a concentração da toxina *Bt* na folha (0,37 vs 8,06 ug/g de tecido fresco).

As ocorrências na safra de 2009 demonstraram que se a infestação por pragas fosse controlada, pelas chuvas ou defensivo, e o rendimento da lavoura não fosse prejudicado,

não haveria retorno do investimento no híbrido geneticamente modificado em relação à produção agronômica.

Tabela 1. Custo da produção agronômica e silagem de híbridos geneticamente modificados e de suas contrapartes convencionais.

	SAFRA 2009			SAFRA 2010		
	Agronômica		R\$ / t (MS)	Agronômica		R\$ / t (MS)
	R\$ / t (MS)	R\$ / t (MV)		R\$ / t (MS)	R\$ / t (MV)	
DKB 390	143,61	81,23	298,95	86,36	63,87	205,49
DKB 390 Bt	130,39	74,32	267,91	75,96	54,34	177,62
AG 8088	110,01	69,00	250,86	90,00	69,74	215,17
AG 8088 Bt	109,68	70,06	246,64	81,67	66,08	192,07

MS = matéria seca

Na safra de 2009, foram observadas produções de espigas e colmos do híbrido Dekalb, 20 e 15 % superiores nas plantas modificadas e as mesmas partes do híbrido da Agrocere foram 1 e 7% superiores nas plantas modificadas, respectivamente (Tabela 2). O híbrido da Agrocere, sendo mais precoce e com maior resistência natural que o híbrido da Dekalb, teve a mesma produção de espiga, mas as plantas mais altas resultaram em maior produção de colmo.

Uma vez que o ponto de colheita para ensilagem ocorre antes do momento de máxima produção de matéria seca, o crescimento ininterrupto das plantas modificadas pode antecipar o enchimento dos grãos de plantas com mesma idade cronológica que suas contrapartes, resultando em maior produção de matéria seca. Considerando-se que o intervalo entre as fases de grão pastoso a farináceo dura em média de 10 a 15 dias, a equivalência da produção de grãos dos híbridos Agrocere, mais precoces que os Dekalb, sugere que as produções de espigas entre plantas modificadas e convencionais poderiam ser niveladas se a colheita do híbrido convencional fosse brevemente postergada (Tabela 2).

Tabela 2. Produção e altura de partes dos híbridos geneticamente modificados e de suas contrapartes convencionais.

SAFRA 2009						
	t de MS/ha			metros		% de espiga na planta
	Colmo	Espiga	Folha	h da espiga	h da planta	
DKB	3,330	5,357	2,254	0,94	1,74	48,11
DKB Bt	3,838	6,535	2,081	1,11	1,91	51,31
AG	3,825	6,618	2,300	0,91	2,05	50,34
AG Bt	4,120	6,706	2,374	1,00	2,16	47,97

MS = matéria seca

Desde que os danos ocasionados pelo ataque de pragas nas plantas, não acarrete prejuízos no crescimento das mesmas, a composição química de híbridos modificados será equivalente à composição de seus isogênicos próximos. Porém, quando os danos ocasionados pelas pragas afetam o crescimento da planta, o crescimento ininterrupto da planta modificada antecipa a transferência de nutrientes do colmo para o enchimento dos grãos, ocorrendo diferença da idade cronológica do momento ideal para o corte e duração do mesmo, havendo reflexos na composição química da planta.

Com o avanço do estágio de maturação, o conteúdo celular da planta total aumenta devido à crescente participação de grãos ricos em amido, ocorrendo simultaneamente aumento dos carboidratos estruturais na fração vegetativa e perda de digestibilidade da mesma. As produções de NDT por hectare dos híbridos convencional e modificado da Dekalb e da Agroceres, a partir de estudos de digestibilidade dos nutrientes das silagens fornecidas para carneiros, foram de 7,29 t/ha e 8,61 t/ha, e de 8,11 t/ha e 8,08 t/ha, respectivamente.

Em relação à produção e qualidade da silagem, observou-se que durante a estocagem e após abertura do silo, houve redução na produção de gás, efluentes e população de leveduras, e aumento dos teores de ácidos orgânicos e estabilidade aeróbia nas silagens de plantas modificadas. Essas ocorrências, embora possam variar com o tipo de silo, representam uma importante ferramenta para reduzir perdas de matéria seca, melhorar a

qualidade da silagem e obter maior retorno econômico com a atividade pecuária, principalmente quando utilizados silos tipo bag.

Em condições indesejáveis de baixa compactação e reduzida massa específica da silagem, a presença de ar dentro do silo ou o contato da silagem com ar após abertura resulta em perdas de matéria seca e de nutrientes, devido principalmente ao desenvolvimento de fungos. Os fungos filamentosos utilizam ácidos orgânicos e açúcares residuais da silagem para seu crescimento e as leveduras fermentam açúcares produzindo calor, álcool e gás carbônico. Nestas condições os híbridos geneticamente modificados incrementaram a preservação de nutrientes pela redução de fungos na silagem.

A avaliação da presença de fungos nas silagens demonstrou menor população em silagens de híbridos transgênicos. As médias das contagens totais nas silagens de híbridos transgênicos e convencionais foram de 12×10^3 e $3,4 \times 10^5$ UFC g⁻¹ de fungos filamentosos e 13×10^3 e $1,08 \times 10^6$ UFC g⁻¹ de leveduras, respectivamente.

Entretanto, amostras de grãos, folhas e colmos liofilizadas e esterilizadas por radiação ionizante, testadas quanto à capacidade de inibir fungos como *Aspergillus flavus*, *Penicillium sp.*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium verticilloides*, não resultaram em redução na população dos fungos mencionados.

Dessa forma, a menor população de fungos nas silagens de híbridos transgênicos foi atribuída a maior defesa da planta contra o ataque de pragas. Os danos causados pelos insetos nas folhas, no cartucho ou nos grãos ocasionam ruptura da parede celular que protege a planta criando uma porta de entrada para a infestação por fungos no campo, os quais serão posteriormente carregados para o silo. Em adição, os danos provocados pelas pragas liberam nutrientes do endosperma que podem ser usados para crescimento microbiano. Por estas razões, quando ocorrerem infestações por pragas na lavoura, os híbridos geneticamente modificados podem ser efetivos em reduzir a população de fungos nas silagens.

Como conseqüência, as silagens de milho transgênico tiveram menor produção de álcool e maior tempo de estabilidade após a abertura do silo, fazendo com que os substratos presentes na silagem fossem fornecidos aos animais e não aos microrganismos. Na Tabela 3 apresentamos as contagens de fungos nas silagens dos silos experimentais e dos silos tipos bag utilizados para alimentação dos animais.

Tabela 3. Contagem de fungos filamentosos e leveduras nas silagens de híbridos geneticamente modificados e de suas contrapartes convencionais produzidas em silos experimentais e silos do tipo Bag.

	UFC / g de silagem			
	Silos Experimentais		Silos Tipo Bag	
	Filamentosos	Leveduras	Filamentosos	Leveduras
DKB	264.820	1	533.333	1.066.667
DKB Bt	2.280	3	6.667	8.667
AG	234.914	14	150.000	1.113.333
AG Bt	175.067	1	17.000	17.000

MS = matéria seca

As silagens produzidas em silos tipo bag foram utilizadas em ensaio de ganho de peso de novilhas da raça Jersey e na Tabela 4 são apresentados os custos da alimentação animal utilizando-se silagens de milhos transgênicos e convencionais. Na análise econômica observamos menor custo por kg de peso vivo ganho utilizando-se silagem de milho transgênico. Os benefícios obtidos com o maior ganho de peso ocorrem no sistema de produção bovina como um todo, a curto e a longo prazo, de acordo com a finalidade da exploração. Para as novilhas leiteiras a antecipação da idade ao primeiro parto e da vida produtiva do animal causaria impacto econômico em termos de produção de leite e bezerras para reposição. A análise da relação entre custo e benefício da utilização das silagens com milho *Bt* a curto prazo, utilizando como exemplo a venda dos animais no final do período seco pelo preço da arroba do boi, indicou o híbrido transgênico como melhor opção. Os valores das diferenças encontrados representam as vantagens econômicas das silagens para cada um dos híbridos transgênicos em relação à suas respectivas versões convencionais.

Tabela 4. Custo benefício na produção de silagem com milho *Bt*.

	<u>DKB 390</u>		<u>AG 8088</u>	
	não <i>Bt</i>	<i>Bt</i>	não <i>Bt</i>	<i>Bt</i>
R\$ Total por ha	2853,62	2903,53	2840,19	2886,85
Produção lavoura (t/ha)	11,23	12,75	13,32	13,77
Perdas na ensilagem (15%)	9,55	10,84	11,32	11,70
Recuperação de MS (%)	90,27	91,02	89,56	90,11
Silagem disponível (t/ha)	8,61	9,85	10,14	10,54
Consumo de Novilhas (kg/dia)	3,42	3,17	3,29	3,46
Animais/ha 150 dias	16,78	20,71	20,54	20,30
GPV de novilhas em g/dia	544	723	521	678
GPV Total de novilhas em kg/ha	1.369	2.245	1.605	2.064
R\$ kg/GPV	2,08	1,29	1,76	1,39
Diferença (@=R\$86,00)	R\$/ha	+R\$ 2.511,20	+R\$ 1.315,80	

Animais/ha 150 dias = quantidade total de silagem disponível dividida por 150 dias (período seco) e dividida pelo consumo de MS (n de novilhas alimentadas por 150 dias pela produção de um hectare de milho);

GPV Total kg/ha = ganho de peso vivo em g/dia multiplicado pelo n de animais e por 150 dias;

R\$/kg de PV = o custo da silagem foi dividido pelo GPV Total obtendo-se o custo por kg de peso vivo ganho;

Diferença R\$/ha = a diferença entre o GPV Total foi dividida por 30 transformando o incremento em kg de peso vivo para arroba (rendimento de carcaça de 50%), posteriormente multiplicou-se o valor encontrado pelo preço da arroba na época (R\$ 86,00).

¹ Financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq