

**Silagem de Milho Transgênico *Bt* e seu Efeito no Consumo e Digestibilidade Aparente dos Nutrientes em Ruminantes**  
Camila Memari Trava<sup>1</sup>, Mauro Sartori Bueno<sup>2</sup> e Geraldo Balieiro Neto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP. camilamemarit@hotmail.com <sup>2</sup>Instituto de Zootecnia. msbueno@iz.sp.gov.br <sup>3</sup>Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA. geralgobalieiro@apta.sp.gov.br

**RESUMO** – O milho é um dos mais importantes alimentos utilizados na produção de silagem para ruminante devido seu alto valor nutritivo. Visando diminuir os custos de produção, bem como o uso de agrotóxicos, o milho transgênico teve inserido em seu código genético o gene *Bt* (*Bacillus thuringiensis*) que expressa uma proteína tóxica às lagartas pragas do milho. O objetivo desse trabalho foi avaliar a silagem de milho transgênico e suas contrapartes convencionais sobre o consumo voluntário de MS e os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta em ovinos. Para o ensaio da digestibilidade *in vivo* foram utilizados 20 ovinos alojados em gaiolas de metabolismo e alimentados com silagem de milho dos cultivares AG e DKB com ou sem o gene *Bt* (fatorial 2 x 2) em blocos ao acaso. Os CDA da MS, FDN e CNF não apresentaram diferença significativa para variedade e OGM ( $p > 0,05$ ). Já o CDA da PB apresentou efeito apenas para os OGM e o CDA da celulose para variedades ( $p < 0,05$ ). O CTMS (g/dia) apresentou efeito de interação ( $p < 0,05$ ). Apesar das silagens com o gene *Bt* diminuírem o consumo em g/dia, isso não foi prejudicial para a digestibilidade dos nutrientes quando comparado aos milhos convencionais.

**Palavras-chave:** Silagem de milho transgênico, digestibilidade dos nutrientes, consumo de MS, ruminantes.

### Introdução

O milho é um dos mais importantes alimentos conservados para ruminantes por apresentar alto valor nutritivo e características favoráveis para a ensilagem, como adequado teor de MS e carboidratos solúveis, importantes para um bom processo fermentativo.

Por ser tratar de um alimento amplamente utilizado, organismos geneticamente modificados também conhecidos como transgênicos vêm sendo desenvolvidos a fim de aumentar a produtividade do milho, reduzir custos de produção e causar menores impactos ambientais. Segundo Venes (2001), transgênicos são aqueles que recebem um ou mais genes de outro organismo e passam a expressar uma nova característica.

Os transgênicos chamados cultivos *Bt*, como é o caso do milho, são aqueles que tiveram inserido em seu código genético genes da bactéria *Bacillus thuringiensis*, capaz de produzir inclusões protéicas cristalinas, denominadas proteínas Cry (MONNERAT e BRAVO, 2000). Dentre os genes *Bt*, destacam-se Cry1Ab, Cry1F e Cry1Ac, que produzem proteínas capazes de controlar a população de várias lagartas, as codificadas pelos genes Cry1Ab e Cry1Ac são efetivas contra os lepidópteros, pragas do milho, tais como: lagarta da broca do colmo, lagarta do cartucho e lagarta da espiga.

Por se tratar de um alimento conservado amplamente utilizado na nutrição animal, é importante salientar que o consumo e a digestibilidade são parâmetros que estão relacionados com a qualidade da forrageira ensilada, assim, a forragem consumida determina a quantidade de nutrientes ingeridos e, conseqüentemente, a produção animal.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a silagem de milho com ou sem o gene *Bt* sobre o consumo voluntário de MS em (g/dia) e os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta em ovinos.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado na unidade de ovinos do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa-SP. Foram utilizados 20 ovinos, com idade ao redor de 12 meses, e peso vivo de  $32 \pm 3,1$  kg. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial tipo 2x2 (duas variedades de silagem de milho, com presença ou ausência do gene *Bt*), com cinco animais por tratamento. Estes por sua vez foram alojados em gaiolas de metabolismo, com coletor e separador de fezes e urina durante 21 dias, sendo 8 dias de adaptação à dieta, 7 dias de determinação do consumo voluntário, seguido por 6 dias de colheita de fezes, segundo metodologia de Schneider e Flat (1975), para mensurar os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e celulose.

Os animais foram alimentados com silagem de duas variedades de milho, AG 8088 (híbrido de milho da Agrocere) e DKB 390 (híbrido de milho da Dekalb) e suas contrapartes isogênicas com o gene *Bt*, compreendendo quatro tratamentos, sendo T1: silagem de milho AG, T2: silagem de milho AGBt, T3: silagem de milho DKB e T4: silagem de milho DKBBt. Na Tabela 1 encontra-se a composição bromatológica das silagens.

As amostras dos alimentos oferecidos, das sobras e das fezes foram devidamente identificadas e misturadas de forma homogênea, pesadas e colocadas em estufa de circulação de ar, mantidas a 55° C até peso constante, em seguida pesadas novamente e moídas em moinho tipo “Wiley”. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises Bromatológicas do Instituto de Zootecnia/NO-SP.

### **Resultados e Discussão**

Na Tabela 2 encontram-se os resultados relacionados ao consumo total de matéria seca (CTMS, g/dia), e os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da MS, PB, FDN, CNF e celulose. Ao analisar os parâmetros relacionados à CTMS (g/dia), observou-se interação

( $p < 0,05$ ) entre os fatores variedade e OGM. Por esse motivo os resultados passaram a ser descritos considerando como tratamentos as associações entre diferentes variedades com presença ou não do gene.

O menor consumo total de MS (g/dia) foi evidenciado para as variedades com o gene *Bt*, em que a média para as silagens com o gene foi significativamente ( $p < 0,05$ ) menor (582,96) em relação às silagens sem o gene (708,44). Para essa mesma variável, houve também efeito de interação, em que a silagem de milho da variedade DKB com o gene (590,78) não apresentou diferença estatística ( $p > 0,05$ ) quando comparado a sua contraparte isogênica sem o gene (637, 52) e com a variedade AG com o gene (575,15), que por sua vez diferiu ( $p < 0,05$ ) da sua contraparte isogênica sem o gene (779,36). Isso poderia ser explicado por meio da composição bromatológica (Tabela 1), em que as variedades com o gene *Bt* apresentaram um maior teor de FDN, no entanto, os valores variaram de 49,39 a 56,70%, sendo considerado ideal por Cabral et.al (2006), que encontrou valores de 49,1 a 68%, tornando-se então limitante as porções degradáveis da fibra e não seu teor na composição bromatológica.

O baixo teor proteico das silagens com o gene *Bt*, pode explicar, em parte, o baixo consumo de matéria seca, pois a baixa quantidade de proteína está relacionada à baixa quantidade de N degradável no rúmen, essencial para o adequado crescimento microbiano, o que leva a um menor desaparecimento dos carboidratos fibrosos, diminuindo assim a taxa de passagem e conseqüentemente o consumo de MS (TEDESCHI et al., 2000).

Apesar de o CTMS (g/dia) ter sido inferior nas silagens com o gene *Bt*, os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, do FDN e CNF não foram significativamente afetados ( $p > 0,05$ ) quanto à variedade, OGM e efeito de interação, com exceção do CDA PB e CDA Celulose, que apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para OGM e efeito de variedade respectivamente.

Os valores encontrados para CDA MS e de FDN como observado na tabela 2 corroboram com os valores encontrados por Mizebuti et al. (2002), que obteve valores de 55,87 e 50, 89 para MS e FDN respectivamente em estudo realizado com ovinos alimentados com silagem de milho, no entanto encontram-se ligeiramente abaixo dos valores encontrados por Rocha et al. (2006) para MS com valor de 60, 4%. Para o CDA dos CNF esteve acima do encontrado por Silva et. al (2006), que obteve 83,72 esse valor provavelmente deve-se ao fato do alto teor de amido presente nessas silagens.

O CDA da PB apresentou um resultado inferior para as silagens com o gene *Bt* (40,42) em relação às sem o gene (47,58), sendo uma possível explicação para esse fato a produção da

proteína Cry1Ab pela planta, o que levaria a uma diminuição do teor proteico dos componentes vegetais. Todavia, isto não condiz ao apresentado por Fearing et al., (1997), que diz que o processo de ensilagem promove a degradação da proteína Cry1Ab, tornando-a prontamente digestível aos ruminantes.

O CDA da celulose apresentou valores que diferiram estatisticamente para as variedades ( $p < 0,05$ ), sendo o valor de AG 48,14, inferior ao da variedade DKB (53,69) e isso se deve a diferente estruturação da parede celular da planta, sendo que a variedade DKB apresenta um maior conteúdo desse carboidrato estrutural, e por consequência uma melhor digestibilidade do mesmo.

### **Conclusões**

Os resultados obtidos demonstram que apesar das silagens com o gene *Bt* diminuírem o consumo em g/dia, isto não afetou a digestibilidade dos nutrientes essenciais ao animal, com exceção do aproveitamento da proteína, que foi inferior para as silagens com o gene, porém, o milho por tratar-se de uma fonte energética e não proteica esse fator não é considerado de grande relevância. Assim, o milho transgênico, desempenhará o mesmo papel nutritivo que as silagens de milho convencional, não havendo redução no desempenho dos animais.

### **Literatura Citada**

CABRAL, L.S, Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos, Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.6, p.2406-2412, 2006.

FEARING, P.L. Quantitative analysis of cry 1Ab expression. In Bt maize plants, tissues and silage and stability of expression over successive generations. Molecular Breeding, n.3, p. 169-176, 1997.

MIZUBUTI, I, Y.; RIBEIRO, E.A.; ROCHA, M.A et al. Consumo e Digestibilidade Aparente das Silagens de Milho (*Zea mays L.*), Sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) e Girassol (*Helianthus annuus L.*). Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.1, p.267-272, 2002.

MONNERAT, R. G, BRAVO, A. Proteínas bioinseticidas produzidas pela bactéria bacillus thuringiensis: modo de ação e resistência. In: Controle biológico, eds. Melo, I.S. e Azevedo, J.L, Jaguariúna, SP, Embrapa Meio Ambiente, v. 3, p. 163-200, 2000.

ROCHA, D.K, Valor nutritivo de silagens de milho (*Zea Mays L.*) produzidos com inoculantes enzimo-bacterianos, Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.2, p.389-395, 2006.

SCHNEIDER, P.H., FLATT, W.P. The evaluation of feeds through digestibility experiment. University of Georgia Press, Georgia, 1975, p.423.

SILVA, A.V, Consumo e digestibilidades dos nutrientes em bovinos recebendo dietas contendo silagens de milho e sorgo, com ou sem inoculante microbiano. Rev. Bras. Zootec., v.35, n.6, p.2469-2478, 2006.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. Accounting for the effects of a ruminal nitrogen deficiency within the structure of the Cornell Net carbohydrate and protein system. Journal of Animal Science, NY, v.78, p.1648-1658, 2000.

VENES, D. Taber's Cyclopedic Medical Dictionary edn. 19, F.A. Davis Company. Philadelphia, 2001.

**Tabela 1-** Composição bromatológica das silagens contendo o gene cry1Ab e de suas contrapartes convencionais sem o gene cry1Ab

Composição Bromatológica (%)	Tratamentos			
	AG	AG Bt	DKB	DKB Bt
<b>MS</b>	27,16	27,93	27,78	26,65
<b>PB</b>	7,10	6,54	7,39	6,99
<b>EE</b>	1,82	2,18	2,63	1,71
<b>FDA</b>	29,72	30,69	30,43	29,85
<b>FDN</b>	52,35	54,70	49,39	52,81
<b>CEL</b>	23,66	24,06	23,90	23,59
<b>LIG</b>	6,06	6,65	6,53	6,57
<b>CNF</b>	35,19	32,76	36,95	34,99
<b>MO</b>	96,46	96,18	69,36	69,5
<b>HEM</b>	22,63	24,01	18,96	22,96

MS = Matéria seca; PB = Proteína Bruta; EE = Extrato etéreo; FDA = Fibra em detergente ácido; FDN = Fibra em detergente Neutro; CEL = celulose; LIG = lignina; CHO's NF = Carboidratos não Fibrosos, MO = Matéria Orgânica e HEM = hemicelulose.

**Tabela 2.** Valores de consumo da MS (CTMS g/dia) e médias observadas para os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da MS, PB, FDN, FDA, EE, Celulose, CHO'sNF, Hemicelulose e MO de dietas com presença ou ausência do gene Bt, consumidas por ovinos na Digestibilidade.

	Gene	Variedades		Medias	Valores de P			C.V. (%)
		DKB	AG		Variedade	OGM	Inter	
CTMS (g/dia)	Sem Bt	637,52 <sup>Bb</sup>	779,36 <sup>Aa</sup>	<b>708,44<sup>a</sup></b>	0,071	0,001	0,029	11,56
	Com Bt	590,78 <sup>Aa</sup>	575,15 <sup>Ab</sup>	<b>582,96<sup>b</sup></b>				
	<b>Medias</b>	<b>614,15</b>	<b>677,25</b>					
CDA MS	Sem Bt	55,00	56,54	<b>55,77</b>	0,673	0,96	0,247	8,00
	Com Bt	57,49	54,24	<b>55,87</b>				
	<b>Medias</b>	<b>56,24</b>	<b>55,39</b>					
CDA PB	Sem Bt	47,07	48,09	<b>47,58<sup>a</sup></b>	0,471	0,006	0,25	11,37
	Com Bt	42,58	38,25	<b>40,42<sup>b</sup></b>				
	<b>Medias</b>	<b>44,82</b>	<b>43,17</b>					
CDA FDN	Sem Bt	47,29	48,38	<b>47,83</b>	0,813	0,28	0,47	10,00
	Com Bt	51,33	49,2	<b>50,27</b>				
	<b>Medias</b>	<b>49,31</b>	<b>48,79</b>					
CDA Celul	Sem Bt	53,12	47,07	<b>50,1</b>	0,039	0,512	0,843	10,88
	Com Bt	54,27	49,21	<b>51,74</b>				
	<b>Medias</b>	<b>53,69<sup>A</sup></b>	<b>48,14<sup>B</sup></b>					
CDA CNF	Sem Bt	93,18	89,44	<b>91,31</b>	0,208	0,795	0,731	5,56
	Com Bt	92,99	90,82	<b>91,9</b>				
	<b>Medias</b>	<b>93,08</b>	<b>90,13</b>					

CV – Coeficientes de variação, Var – Variedades, OGM – Organismos geneticamente modificados, Inter – Interação; Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).