

## Valor nutritivo da silagem de dez híbridos de milho

Geane Dias Gonçalves Ferreira<sup>1\*</sup>, Yves Barrière<sup>2</sup>, Jean-Claude Emile<sup>2</sup>, Clóves Cabreira Jobim<sup>3</sup> e Omer Cavalcanti de Almeida<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidade Acadêmica de Garanhuns, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Bom Pastor, s/n, 55296-901, Garanhuns, Pernambuco, Brasil. <sup>2</sup>Institut National de la Recherche Agronomique, Unité de Génétique et Amélioration des Plantes Fourragères, Lusignan, França. <sup>3</sup>Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: geane@uag.ufrpe.br

**RESUMO.** Objetivou-se avaliar a composição químico-bromatológica e a digestibilidade aparente de dez híbridos de milho (DK265bm3, DK265, HS5, HS6, HTV2, HTV27, Anjou285, Mexxal, Pistache e Buxxil) cultivados no INRA (Unité de Génétique et d'Amélioration des Plantes Fourragères, Lusignan-France), em parcelas de 150 m<sup>2</sup>, com três repetições. Para o estudo de digestibilidade *in vivo*, os ovinos foram alimentados com silagem da planta inteira dos híbridos de milho com três repetições. Os híbridos de milho foram avaliados antes de ensilados pelo método NIRS, em que se pode constatar que houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre os híbridos para a composição química. Quanto aos valores de digestibilidade *in vivo*, observou-se que, o DK265bm3 se destacou dos demais híbridos quanto aos valores de MS, MO, celulose, PC e da DIVMS.

**Palavras-chave:** ácidos hidroxifenólicos, digestibilidade, lignina, parede celular.

**ABSTRACT. Nutritional value of silage from ten corn hybrids.** The objective of this experiment was to evaluate the chemical-bromatological composition and apparent digestibility of ten hybrids of corn (DK265bm3, DK265, HS5, HS6, HTV2, HTV27, Anjou285, Mexxal, Pistachio and Buxxil) planted at INRA (Unité de Génétique et Amélioration des Plantes Fourragères, Lusignan-France), in 150 m<sup>2</sup> areas with three replications. The digestibility study was conducted using sheep fed corn hybrid whole plant silage with three replications. Corn hybrids were evaluated before ensilage using NIRS, and a significant difference ( $p < 0.05$ ) was observed among treatments for chemical composition. DK265bm3 showed higher values than other hybrids for digestibility of DM, OM, cellulose, NDF and for IVDMD.

**Keywords:** hydroxycinnamic acid, digestibility, lignin, cellular wall.

### Introdução

A silagem da planta do milho é caracterizada pelo seu alto valor alimentício, destacando-se pelo alto conteúdo em energia. Entretanto, é fundamental conhecer e, principalmente, saber avaliar, as características da silagem de milho que afetam o seu valor nutritivo, tais como os constituintes da parede celular (OBA; ALLEN, 1999, 2000; BALLARD et al., 2001; BARRIÈRE et al., 2001; FERREIRA et al., 2005, 2007; JOHNSON et al., 2002; RODRIGUES et al., 2002; THOMAS et al., 2001).

O grau de lignificação da parede celular constitui um fator limitante na digestibilidade das forragens (BAUCHER et al., 1998; BOUDET, 2000; BOERJAN et al., 2003). Entretanto, outros fatores além da lignina influenciam na digestibilidade. O arranjo da lignina e seus precursores com os demais componentes da parede celular podem ser os responsáveis por boa parte das limitações observadas na digestão das

forragens (BARRIÈRE; EMILE, 2000; JUNG; ALLEN, 1995). Desta forma, a concentração dos seus precursores e, principalmente, a associação destes com os carboidratos constituintes da parede celular, demonstram um papel mais importante. Os ácidos hidroxifenólicos, principalmente *p*-cumárico e ferúlico, estão diretamente envolvidos na associação da lignina com as hemiceluloses da parede celular. As principais formas de interação molecular estão bem estabelecidas e envolvem ligações éster e éter com os carboidratos e unidades condensadas da lignina (JUNG; DEETZ, 1993).

Alguns estudos histológicos têm demonstrado que tecidos contendo lignina são poucos ou praticamente não-degradados pelos microrganismos do rúmen (AKIN, 1988). Entretanto, adicionalmente, alguns tecidos não-lignificados apresentam baixa digestão ruminal. Este fato pode ser justificado pela ligação destes tecidos com moléculas de baixo peso molecular.

Durante algum tempo tem sido estudado a composição e os conteúdos das ligninas em plantas melhoradas geneticamente. Por exemplo, os geneticamente modificados como o milho *brown-midrib (bm)* diferem dos milhos normais, por apresentarem baixos teores de lignina, menor teor de ácido p-cumárico esterificado e menor conteúdo de unidades siringil na lignina, fazendo com que apresentem maiores valores de digestibilidade da parede celular quando comparado com milhos normais (AKIN, 1988). Neste sentido, Méchin et al. (2005), trabalhando com diferentes linhagens de milho, registraram maiores valores em digestibilidade da parede celular para as linhagens *bm3* associadas com o menor teor em lignina. Oba e Allen (1999, 2000), trabalhando com diferentes híbridos de milho, registraram maior digestibilidade da matéria seca (MS) e da parede celular (PC), para silagem de milho *bm* em relação à silagem de milho não *bm*. Da mesma forma, Ballard et al. (2001), trabalhando com três diferentes híbridos de milho (Mycogen, Cargill e Pioneer), encontraram melhores valores de digestibilidade e produção de leite para os animais alimentados com o híbrido *bm3*.

Os híbridos *bm3* por apresentarem baixos teores em parede celular e ligninas são, portanto, interessantes para o estudo comparativo entre os diferentes genótipos. Desta forma, o melhor entendimento dos resultados obtidos entre eles, em relação aos valores de digestibilidade PC (OBA; ALLEN, 1999). Segundo Barrière e Argillier (1998), as plantas *bm* têm pouco valor comercial mesmo apresentando valores de digestibilidade superiores quando comparados a outras plantas, basicamente pela menor produção de massa de forragem. Méchin et al. (2005), trabalhando com diferentes linhagens de milho, observaram que algumas linhagens normais apresentaram resultados de digestibilidade superiores a algumas linhagens *bm3*. O que leva a inferir que, como é possível obter linhagens de qualidade equivalente e/ou superior às linhagens *bm3*, talvez seja possível obter híbridos de cruzamentos entre linhagens normais com a mesma qualidade que híbridos de linhagens *bm3*, mas com produções de MS superiores.

A lignina em detergente ácidos (LDA) e a lignina klason (LK) são métodos gravimétricos para a determinação analítica da lignina. Estes dois sistemas baseam-se na hidrólise ácida dos componentes da parede celular, exceto a lignina.

Objetivou-se avaliar a composição químico-bromatológica e digestibilidade de genótipos de milho antes e após a ensilagem.

## Material e métodos

Nove genótipos de milho normais (DK265, HS5, HS6, HTV2, HTV27, Anjou285, Mexxal, Pistache e Buxxil) e um genótipo de milho *bm* (DK265*bm3*) foram cultivados L'Institute National de la Recherche Agronomique (INRA) na Unidade de Genética e de Melhoramento de Plantas Forrageiras, Lusignan-France), utilizando três repetições, com parcelas de 150 m<sup>2</sup>. Foram adotados 0,75 m de espaçamento entre linhas e densidade de 95.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A semeadura foi em maio de 2002 e todos os híbridos foram colhidos em setembro de 2002, após 152 dias da semeadura, quando os grãos se encontravam em estágio de maturação ideal para ensilagem.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das amostras foi determinada por meio de solubilidade enzimática, segundo Ronsin (1990), que compreende a sucessão de enzimas digestivas. A primeira enzima utilizada é a pepsina em meio ácido e, após, é utilizada uma mistura de celulasas e hemicelulasas. A diferença entre a quantidade de MS da amostra inicial e a quantidade de MS residual após os tratamentos enzimáticos, constitui a quantidade de MS digerida.

Para o estudo de digestibilidade *in vivo*, todos os dez híbridos foram cortados de acordo com o seu grau de maturidade com base nos teores de umidade e observações visuais, para um conteúdo de matéria seca (MS) entre 30 a 35%. Após, foram ensilados em silos experimentais com capacidade para cerca de 1 t de silagem (lona de polietileno dentro de uma armação de arame com volume de 2 m<sup>3</sup>) de acordo com as recomendações de Traineau (1991). Antes da vedação dos silos, foi retirada uma amostra que, após identificada, foi seca em estufa a 60°C por 72h e, em seguida, moída a 1 mm para posteriores análises de PB, açúcar solúvel, cinzas, hemicelulose, FDN, FDA, celulose, LDA, LK e amido utilizando-se o NIRS.

Foram utilizados 180 ovinos, castrados, da raça Texel, com peso médio entre 74 e 80 kg, em ensaio de digestibilidade, pelo método de coleta total das fezes. Os ovinos foram divididos em lotes de seis animais para cada repetição dos genótipos de acordo com o peso e idade e, alojados em gaiolas de metabolismo, com piso de madeira ripado. Os animais foram pesados em jejum, no início do experimento e no final do período de estudo. Após sete dias de adaptação dos animais à dieta, foram coletadas as fezes, diariamente, por um período de cinco dias consecutivos. Após o término das coletas, as amostras foram compostas por repetição dos genótipos, para posteriores análises químicas. Os

animais tiveram livre acesso à água e foram alimentados de acordo com o seu respectivo tratamento duas vezes ao dia (9 e 17h), sendo fornecido juntamente com a alimentação da manhã 20 g de bicarbonato de sódio e 20 g de uresil<sup>1</sup>.

O alimento fornecido foi ajustado de acordo com o peso metabólico individual de cada animal.

Os teores de proteína bruta, matéria orgânica, fibra em detergente neutro e celulose bruta nas silagens e nas fezes foram determinados segundo Silva e Queiroz (2002). Foram feitas análises do material pelo método NIRS antes da ensilagem, para os teores de PB, carboidrato solúvel, amido, celulose, hemicelulose (HC), FDN, FDA, ADL e LK.

O delineamento experimental utilizado para as avaliações foi em blocos casualizados com dez tratamentos e três repetições, segundo o modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + H_i + B_j + e_{ij}$$

sendo:

$Y_{ijkl}$  = Observação da variedade genética  $i$  e da repetição  $j$ ;

$\mu$  = Constante geral;

$H_i$  = efeito do híbrido  $i$ ;  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$  e  $10$ ;

$B_j$  = efeito do bloco  $k$ ;  $k = 1, 2$  e  $3$ ;

$e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ij}$ .

Foi adotado o nível de 5% de probabilidade e o estudo de correlação entre as observações da composição química dos híbridos estudados.

## Resultados e discussão

Avaliando a planta inteira dos dez híbridos de milho antes da ensilagem, por meio do sistema NIRS, constatou-se que houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para todas as características avaliadas (Tabela 1). Os resultados revelam que não houve variabilidade genética significativa entre os híbridos HS6, DK265, DK265bm3, HTV2, HS5 e HS6 para a variável proteína bruta.

Os valores de PB encontrados no presente trabalho estão abaixo dos registrados na literatura por Oba e Allen (1999), Oliveira et al. (2002) e Rodrigues et al. (2002), todavia, próximos aos encontrados por Ferreira (2001). No entanto, destaca-se que o valor nutritivo da planta de milho,

não está relacionado diretamente com os teores de PB, mas sim com teores de energia, pois, as plantas de milho são caracterizadas pelos seus altos teores em amido e baixos teores em PB.

Os conteúdos de carboidratos solúveis encontrados na planta inteira variaram de 3,12 a 6,21% entre os genótipos avaliados. Isso pode ser atribuído ao fato de que os CS, após sintetizados, são translocados para os tecidos da planta, para fins de multiplicação e diferenciação celular, produção de substâncias de reserva como amido ou armazenado como tal em partes da planta, principalmente no colmo (FERREIRA, 2001).

Houve variabilidade genética significativa somente para o híbrido Pistache, embora o híbrido Anjou285 apresentou alto teor de amido. O alto teor de amido do híbrido Anjou 285 pode estar associado com menores teores de FDN (37,66%), FDA (21,53%), LDA (2,39%) e LK (6,41%), o que pode ser atribuído à alta produção de grãos. O híbrido DKbm3 foi o que apresentou menor teor de FDN e de FDA. Dependendo da participação de grãos na planta, os teores de FDN e FDA da planta estabilizam-se ou podem decrescer à medida que a planta evolui do estágio de grão leitoso para o estágio de maturação fisiológica. Portanto, o aumento da participação de grãos tem efeito diluidor do teor de fibra, mesmo sendo este crescente na parte vegetativa da planta (FERREIRA, 2001).

O híbrido Anjou 285 apresentou baixo valor de HEM (16,13%), porém, não diferindo ( $p > 0,05$ ) dos híbridos DK265, DK265bm3, Buxxil, Mexxal, HTV2 e do HS5. A HEM é encontrada principalmente na parede celular secundária e está mais associada com a lignina e os ácidos hidroxifenólicos do que com os outros polissacarídeos.

Assim como nos teores de FDN e FDA, o genótipo DK265bm3 foi o que apresentou menores valores de LK (5,32%) e de LDA (1,71%) e o genótipo HS6 foi o que apresentou maiores valores de LK (7,96%) e LDA (3,08%), porém não diferindo de outros genótipos do grupo avaliado.

Verifica-se (Tabela 2) que não houve correlação significativa ( $r = 0,22$ ) com os teores de CS e amido. Da mesma forma, não foram verificadas correlações significativas com os teores de FDN ( $r = -0,46$ ) e FDA ( $-0,56$ ). Entretanto, houve correlação significativa e negativa com os teores de LDA ( $r = -0,69$ ) e LK ( $-0,71$ ). A redução do conteúdo dos carboidratos solúveis no colmo é acompanhada por um aumento nos teores de FDN, FDA e lignina no colmo e na planta.

<sup>1</sup>Constituintes analíticos do Uresil: Fósforo (3,5%), Magnésio (4,0%), Cálcio (14,5%), Sódio (5,0%) e proteína bruta (77, com 26,6% de ureia); Aditivos: vitaminas A (200.000 UJ), D3 (25.000 UJ) e E (120 mg); Oligo-elementos: óxido de zinco (1.760 mg kg<sup>-1</sup>), óxido de magnésio (1.760 mg kg<sup>-1</sup>), sulfato de cobre (350 mg kg<sup>-1</sup>), sulfato de ferro (330 mg kg<sup>-1</sup>), iodato de cálcio (32 mg kg<sup>-1</sup>), carbonato de cobalto (4 mg kg<sup>-1</sup>) e selenito de sódio (3,5 mg kg<sup>-1</sup>).

Também não houve correlação positiva ( $p > 0,05$ ) entre a HEM e LK ( $r = 0,57$ ) e LDA ( $r = 0,58$ ) (Tabela 2). Esta correlação não-significativa entre a HEM e a lignina pode ser justificada pela diluição da parede celular pela presença do amido. Observa-se também (Tabela 2) que houve correlação negativa e significativa ( $p < 0,05$ ) dos teores de amido com os teores de celulose ( $r = -0,88$ ) e de hemicelulose ( $r = -0,96$ ).

Na Tabela 3, estão expressas as médias de MS e das digestibilidades *in vivo* e *in vitro* das silagens dos diferentes genótipos de milho avaliados. Os teores médios de MS das silagens foram diferentes e variaram de 27,62 para o híbrido Anjou285 a 35,14% para o

híbrido Mexxal. Este menor teor de MS encontrado para o híbrido Anjou285 pode ser atribuído ao maior número de folhas verdes presentes na planta no momento da colheita e/ou pela realização da colheita um pouco antes do tempo ideal de maturação dos grãos recomendado para confecção de silagem. Para se conseguir silagens com teores adequados de nutrientes, as plantas devem ser cortadas com teor de MS entre 30 e 35%, ou seja, no ponto em que os grãos estiverem variando entre a textura pastosa e a textura farinácea mole. Partindo desse pressuposto, constata-se que a maioria dos genótipos foi ensilado no estágio adequado.

**Tabela 1.** Valores médios da composição química da planta inteira de híbridos de milho, obtidos pela análise NIRS (Near Infra Red Spectro).

Híbridos	MS <sup>1</sup>	PB <sup>2</sup>	CS <sup>3</sup>	AMIDO	HEM <sup>4</sup>	CEL <sup>5</sup>	FDN <sup>6</sup>	FDA <sup>7</sup>	LDA <sup>8</sup>	LK <sup>9</sup>
	(%)									
DK265bm3	34,76a	7,62ab	6,21a	33,67a	17,25bc	17,78b	37,63c	20,38c	1,71e	5,32d
DK265	29,36bcd	7,78ab	3,83bc	31,25ab	17,78bc	19,64ab	40,68abc	22,90abc	2,67bcd	7,29abc
Anjou285	27,60d	6,11c	5,67ab	34,43a	16,13c	18,55b	37,66c	21,53c	2,39d	6,41c
Pistache	29,56bcd	6,37c	5,80ab	25,11b	19,86a	22,71a	45,81 <sup>a</sup>	25,94ab	2,91abc	7,27abc
Buxxil	29,78bcd	6,89bc	5,61ab	31,07ab	17,58bc	19,39ab	39,79bc	22,20bc	2,57cd	7,14abc
Mexxal	35,10a	6,03c	4,59abc	33,09a	16,90bc	20,00ab	40,08abc	23,17abc	2,58cd	6,80bc
HTV2	30,23bc	6,97abc	3,96bc	32,96a	17,42bc	19,70ab	40,49abc	23,07abc	2,63bcd	6,93bc
HTV27	31,22b	6,72bc	3,32c	29,82ab	18,21ab	22,41a	44,37ab	26,16a	3,21a	7,52ab
HS5	28,73cd	7,74ab	3,80bc	31,29ab	17,90abc	19,73ab	40,89abc	22,98abc	2,67bcd	7,07abc
HS6	29,50bcd	8,07a	3,12c	26,98ab	18,79ab	22,48a	44,83ab	26,03ab	3,08ab	7,96a
CV <sup>9</sup>	3,92	8,72	25,32	12,93	6,01	9,20	7,36	8,56	9,49	6,73
*Efeitos										
Híbridos	0,00	0,003	0,027	0,174	0,031	0,043	0,036	0,024	0,000	0,000
Repetição	0,00	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>Matéria seca. <sup>2</sup>Proteína bruta. <sup>3</sup>Carboidratos Solúveis. <sup>4</sup>Hemicelulose. <sup>5</sup>Celulose. <sup>6</sup>Fibra em Detergente Neutro. <sup>7</sup>Fibra em Detergente Ácido. <sup>8</sup>Lignina em Detergente Ácido. <sup>9</sup>Lignina Klason. <sup>10</sup>Coefficiente de variação. \*Análise de Variância.

**Tabela 2.** Coeficientes de correlações genotípicas da composição química da planta inteira de milho.

	PB <sup>1</sup>	CS <sup>2</sup>	Amido	FDN <sup>3</sup>	FDA <sup>4</sup>	Celulose	Hemicelulose	LDA <sup>5</sup>	LK <sup>6</sup>
PB	1	-0,42	-0,16	0,1	-0,01	-0,02	0,25	-0,04	0,14
CS		1	0,22	-0,46	-0,56	-0,48	-0,21	-0,69***	-0,71**
Amido			1	-1,92*	-0,84*	-0,88*	-0,96*	-0,68***	-0,68***
FDN				1	0,97*	0,98*	0,90*	0,84*	0,78**
FDA					1	0,99*	0,78**	0,91*	0,82*
Celulose						1	0,81*	0,88*	0,80*
Hemicelulose							1	0,58	0,57
LDA								1	0,95*
LK									1

<sup>1</sup>Proteína bruta. <sup>2</sup>Carboidratos solúveis. <sup>3</sup>Fibra em detergente neutro. <sup>4</sup>Fibra em detergente ácido. <sup>5</sup>Lignina detergente ácido. <sup>6</sup>Lignina Klason. \* $p < 0,01$ ; \*\* $p < 0,02$ ; \*\*\* $p < 0,05$ .

**Tabela 3.** Valores médios de matéria seca (MS) e da digestibilidade da MS (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), celulose (Dcelulose), parede celular (DPC) e da digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) da silagem de híbridos de milho.

Genótipos	Itens (%)					
	MS	DMS	DMO	Dcelulose	DPC	DIVMS
DK265	29,36bcd	72,29b	74,77b	65,35bc	58,99b	73,59b
DK265bm3	34,78a	75,90 <sup>a</sup>	77,78a	71,79a	65,03a	81,27 <sup>a</sup>
Anjou285	27,62d	67,59d	69,91d	53,23c	48,53c	72,43b
Pistache	29,56bcd	69,49bcd	71,73cd	62,10cd	55,88b	71,37b
Buxxil	29,78bcd	72,01b	75,32b	67,32b	61,33ab	72,76b
Mexxal	35,14a	69,85bcd	72,18cd	60,98cd	56,86b	71,51b
HTV2	30,23bc	69,85bcd	72,10cd	62,67bcd	58,59b	72,95b
HTV27	31,24b	68,23cd	70,24d	60,09d	56,29b	67,30c
HS5	28,75cd	70,81bc	73,26bc	64,55bcd	59,35b	72,50b
HS6	29,52bcd	71,07b	73,73bc	64,26bcd	59,19b	72,52b
CV	3,92	2,09	1,78	4,03	5,75	2,05
*Efeitos						
Genótipos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Repetição	0,00	NS	NS	NS	NS	NS

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ).

O genótipo DK265bm3 se destacou dos demais genótipos quanto aos valores de digestibilidade da MS (75,90%), da MO (77,78%), da celulose (71,79%), da parede celular (65,03%), além do valor referente à DIVMS (81,27%). Enquanto que o genótipo Anjou 285 foi o que apresentou menores valores de digestibilidade da MS (67,59%), da MO (69,91%), da celulose (53,23%) e da parede celular (48,53%), embora sem significância para alguns genótipos em relação a DMS, DMO e DPC. A maior digestibilidade apresentada pelo genótipo *bm3* deve ser atribuída aos baixos teores de lignina (BARRIÈRE; EMILE, 2000; FERREIRA et al., 2005).

### Conclusão

O gen *bm3* altera o valor nutricional de híbridos de milho, pelos menores teores de lignina. O genótipo HTV27 apresentou baixa digestão da parede celular, associado com pequenas diferenças em relação aos demais genótipos estudados quanto aos teores de FDN, FDA, LK e LDA, o que se pressupõe que outros fatores podem interferir na digestibilidade, como por exemplo, tipos de ligações éster e éter, assim como possíveis composições monoméricas das ligninas.

### Referências

AKIN, D. E. Biological structure of lignocellulose and its degradation in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v. 21, n. 2, p. 295-310, 1988.

BALLARD, C. S.; THOMAS, E. D.; TSANG, D. S.; MANDEBVU, P.; SNIFFEN, C. J.; ENDRES, M. I.; CARTER, M. P. Effect of corn silage hybrid on dry matter yield, nutrient composition, *in vitro* digestion, intake by dairy heifers, and milk production by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 2, p. 442-452, 2001.

BARRIÈRE, Y.; ARGILLIER, O. *In vivo* silage feeding value of early maize hybrids registered on France between 1958 and 1994. **Euphytica**, v. 99, n. 3, p. 175-182, 1998.

BARRIÈRE, Y.; EMILE, J. C. Le maïs fourrage. III - Evaluation et perspectives de progrès génétique sur les caractères de valeur alimentaire. **Fourrages**, v. 163, n. 3, p. 221-238, 2000.

BARRIÈRE, Y.; VERITE, R.; BRUNSCHWING, P.; SURAULT, F.; EMILE, J. C. Feeding value of corn silage estimated with sheep and dairy cows is not altered by genetic incorporation of Bt176 resistance to *Ostrinia nubilalis*. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 8, p. 1863-1871, 2001.

BAUCHER, M.; MONTIES, B.; MONTAGU, M. V.; BOERJAN, W. Biosynthesis and genetic engineering of lignin. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 17, n. 2, p. 125-197, 1998.

BOUDET, A.-M. Lignins and lignification: selected issues. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 38, n. 1, p. 81-96, 2000.

BOERJAN, W.; RALPH, J.; BAUCHER, M. Lignin Biosynthesis. **Annual Review of Plant Biology**, v. 54, n. 1, p. 519-549, 2003.

FERREIRA, J. J. Características qualitativas e produtivas da planta de milho e sorgo para silagem. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa, 2001. p. 383-404.

FERREIRA, G. D. G.; BARRIÈRE, Y.; EMILE, J. C.; JOBIM, C. C.; LEFÈVE, B. Valor nutritivo de plantas de milho (*Zea mays* L.) sem espigas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 4, p. 433-438, 2005.

FERREIRA, G. D. G.; EMILE, J. C.; BARRIÈRE, Y.; JOBIM, C. C. Caracterização morfoanatômica do colmo de híbridos de milho para avaliar a qualidade de silagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 3, p. 249-254, 2007.

JOHNSON, L. M.; HARRISON, J. H.; DAVIDSON, D.; MAHANNA, W. C.; SHINNERS, K.; LINDERS, D. Corn silage management: effects of maturity, inoculation, and mechanical processing on pack density and aerobic stability. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 2, p. 434-444, 2002.

JUNG, H. G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 9, p. 2774-2790, 1995.

JUNG, H. G.; DEETZ, D. A. Cell wall lignification and degradability. In: JUNG, H. G.; BUXTON, D. R.; HATFIELD, R. D. (Ed.). **Forage wall structure and digestibility**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1993. p. 313-346.

MÉCHIN, V.; ARGELLIER, O.; ROCHER, F.; HÉBERT, Y.; MILA, I.; POLLET, B.; BARRIÈRE, Y.; LAPIERRE, C. In search of a maize ideotype for cell wall enzymatic degradability using histological and biochemical lignin characterization. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 15, p. 5872-5881, 2005.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on dry matter intake and productivity of high yielding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 1, p. 135-142, 1999.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 1. Feeding behavior and nutrient utilization. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 6, p. 1333-1341, 2000.

OLIVEIRA, M. D. S.; SOUZA, C.; TORRES, R. Composição químico-brotoológica de silagens de onze cultivares de milho. **ARS Veterinaria**, v. 18, n. 2, p. 158-166, 2002.

RODRIGUES, P. H. M.; ANDRADE, S. J. T.; RUZANTE, J. M.; LIMA, F. R.; MELOTTI, L. Valor nutritivo da silagem de milho sob o efeito da inoculação de bactérias ácido-láticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2380-2385, 2002.

RONNIN, T. Use of NIR prediction of digestibility in a breeding program for silage maize. In: HINTERHOLZER, J. (Ed.). **Proceeding of the 15th congress of maize and sorghum section of Eucarpia**. Baden, 1990. p. 277-288

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa: UFV, 2002.

THOMAS, E. D.; MANDEBVU, P.; BALLARD, C. S.; SNIFFEN, C. J.; CARTER, M. P.; BECK, J. Comparison of corn silage hybrids for yield, nutrient composition, in vitro digestibility, and yield by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 10, p. 2217-2226, 2001.

TRAINEAU, R. Mise au point d'un matériel de récolte et de confections de silos adapté à des parcelles expérimentales. **Forrages**, v. 128, n. 4, p. 465-470, 1991.

*Received on October 5, 2010.*

*Accepted on November 17, 2010.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.