

**PROCESSAMENTO E TEXTURA DE GRÃOS
NA ENSILAGEM DE HÍBRIDOS DE MILHO**

JOÃO FERNANDO FERREIRA DOS SANTOS CARVALHO

2008

JOÃO FERNANDO FERREIRA DOS SANTOS CARVALHO

**PROCESSAMENTO E TEXTURA DE GRÃOS NA ENSILAGEM DE
HÍBRIDOS DE MILHO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura e Pastagens, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Carvalho, João Fernando Ferreira dos Santos.

Processamento e textura de grãos na ensilagem de híbridos de milho / João Fernando Ferreira dos Santos. – Lavras : UFLA, 2008.

69 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Antônio Ricardo Evangelista.

Bibliografia.

1. Balanço de nitrogênio. 2. Endosperma. 3. Híbridos. 4. Nutrientes digestíveis totais. 5. Produção. 6. *Zea mays*. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.208552

JOÃO FERNANDO FERREIRA DOS SANTOS CARVALHO

**PROCESSAMENTO E TEXTURA DE GRÃOS NA ENSILAGEM DE
HÍBRIDOS DE MILHO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura e Pastagens, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 15 de dezembro de 2008.

Prof. Dr. José Cardoso Pinto UFLA

Dra. Josiane Aparecida de Lima IZ/Nova Odessa

Prof. Dr. Joel Augusto Muniz UFLA

**Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista
UFLA
(Orientador)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008**

*A Deus e à Nossa Senhora Aparecida, por sempre estarem presentes
em todos os momentos da minha vida.*

OFEREÇO

*Aos meus pais, Marco Antonio (in memoriam) e Ana Maria,
por todos os ensinamentos de vida e por sempre me apoiarem.
A minha avó, Lourdes, por ser sempre um exemplo de perseverança.
A meu irmão, Lucas, pela ajuda e companheirismo.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Antônio Ricardo Evangelista, pela orientação, confiança, incentivo e amizade.

Aos professores José Cardoso Pinto, Márcio Machado Ladeira, Joel Augusto Muniz e a Dra. Josiane Aparecida de Lima, pelos ensinamentos na elaboração deste trabalho.

Ao professor Álvaro João L. de Almeida, pelo auxílio no plantio dos híbridos.

A minha família, pelo apoio e por sempre acreditar em mim, mesmo que distantes.

Aos amigos Flavinho, Erin, Sandro, Rafael, Cacá, Everton, Raphaela, Giovana, Ana Paula, Livya, Rafael Coutinho, Vanessa, Fabrício, Raquel, João Irineu, Fabiano, Fabrício Vaca Magra, Anibal, Lécio e todos os outros, que distantes ou não, nunca deixaram de serem companheiros e me apoiaram em todos os momentos, sendo estes bons ou ruins.

A todos os amigos da pós-graduação e aos membros do NEFOR, pelo grande companheirismo e apoio durante o período acadêmico.

Aos amigos de república, Santo, Humberto, Túlio, Pedro, Bruno, Juninho, Paulo, Luizim, Diego Tupá e Luzia, pela amizade, farras, apoio e confiança durante todo o tempo que passamos juntos. Saibam que essas amizades levarei para o resto de minha vida.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Borginho, Márcio, Zé Virgílio e Eliana, pela amizade e apoio durante o curso e colaboração nas análises.

Aos demais professores e funcionários do DZO.

BIOGRAFIA

João Fernando Ferreira dos Santos Carvalho, filho de Marco Antônio dos Santos Carvalho e Ana Maria Ferreira, nasceu em Campinas, SP, em 22 de setembro de 1982.

Em março de 2001, ingressou na Universidade Federal de Lavras, onde, em 10 de novembro de 2006, obteve o título de Zootecnista.

Em março de 2007, iniciou o mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Lavras, concentrando seus estudos na área de Forragicultura e Pastagens.

Em 15 de dezembro de 2008, submeteu-se à defesa de dissertação para a obtenção do título de “Mestre”.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	vi
RESUMO.....	iii
ABSTRACT	vii
1 ARTIGO I – INTERAÇÃO TEXTURA DE GRÃOS X TAMANHO DE PARTÍCULA NA DIGESTIBILIDADE E NO CONSUMO DE SILAGENS DE MILHO	2
RESUMO.....	2
ABSTRACT	3
1.1 Introdução	6
1.2 Material e Métodos	9
1.3 Resultados e Discussão.....	16
1.4 Conclusões.....	33
1.5 Referências Bibliográficas	33
2 ARTIGO II – AVALIAÇÃO E DIGESTIBILIDADE <i>IN VITRO</i> DA SILAGEM DE HÍBRIDOS DE MILHO DE DIFERENTES TEXTURAS DE GRÃOS.....	39
RESUMO.....	39
ABSTRACT	41
2.1 Introdução	42
2.2 Material e Métodos	45
2.3 Resultados e Discussões	50
2.4 Conclusões.....	62
2.5 Referências Bibliográficas	62

LISTA DE ABREVIATURAS

- AGVs - Ácidos graxos voláteis
- BN - Balanço de nitrogênio
- CD - Coeficiente de digestibilidade aparente
- CDCNF - Coeficiente de digestibilidade aparente de carboidratos não fibrosos
- CDCT - Coeficiente de digestibilidade aparente de carboidratos totais
- CDEE - Coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo
- CDFDA - Coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente ácido
- CDFDN - Coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro
- CDMO - Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica
- CDMS - Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca
- CDPB - Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta
- CEL - Celulose
- CNF - Carboidratos não fibrosos
- CT - Carboidratos totais
- D - Densidade
- DIVMS - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca
- DVAG - Digestibilidade verdadeira de ácidos graxos
- DVCNF - Digestibilidade verdadeira de carboidratos não fibrosos
- DVFDN - Digestibilidade verdadeira da fibra em detergente neutro
- DVPB - Digestibilidade verdadeira da proteína bruta
- EE - Extrato etéreo
- FDA - Fibra em detergente ácido
- FDN - Fibra em detergente neutro
- FDNcp - Fibra em detergente neutro, corrigida para cinzas e proteína
- HEM - Hemicelulose
- LDA - Lignina em detergente ácido

MM - Matéria mineral
MO - Matéria orgânica
MS - Matéria seca
MV - Matéria verde
N - Nitrogênio
NDT - Nutrientes digestíveis totais
PB - Proteína bruta
pH - Potencial hidrogeniônico
PV^{0,75} – Peso vivo metabólico
TP - Tamanho de partícula

RESUMO

CARVALHO, João Fernando Ferreira dos Santos. **Processamento e textura de grãos na ensilagem de híbridos de milho.** 2008. 66 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

A silagem de milho é o volumoso conservado mais utilizado pelos produtores no período de baixa produção das pastagens ou por aqueles que adotam o confinamento de animais o ano todo. Isso se justifica em razão do seu ótimo valor nutritivo, fator intimamente associado à quantidade de grãos na massa ensilada. Realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar a interação entre digestibilidade e textura dos grãos de milho em silagens de diferentes híbridos comerciais. Para o estudo dessa interação, foram conduzidos dois experimentos iniciados em 2006, com o plantio dos híbridos para a produção das silagens, até 2007, com a avaliação realizada em laboratório e com animais. No primeiro experimento, objetivou-se avaliar a interação da textura de grãos x tamanho de partícula das silagens sobre as características bromatológicas, digestibilidade aparente e consumo. Para a avaliação da digestibilidade *in vivo* e do consumo de nutrientes, utilizaram-se dez ovinos alojados em gaiolas metabólicas, distribuídos em um delineamento de blocos casualizados com três repetições no tempo. Os tratamentos foram compostos por cinco híbridos comerciais, ensilados com dois tamanhos de

*Comitê Orientador: Antônio Ricardo Evangelista – UFLA (Orientador), José Cardoso Pinto – UFLA, Josiane Aparecida de Lima - IZ/Nova Odessa e Joel Augusto Muniz – UFLA.

partículas (2 e 11 mm), em um fatorial 5 X 2. No segundo experimento, foi avaliada a influência da textura dos grãos sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e a composição bromatológica das silagens dos híbridos de milho. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e oito repetições. Os tratamentos foram constituídos pelos híbridos BM-3061, BM-2202, BRS-3150, BRS-3003 e AG-1051. Observou-se, com a realização do primeiro experimento, que a interação textura de grãos x tamanho de partícula não foi significativa para a digestibilidade dos híbridos. Para tamanho de partícula, isoladamente, foram observados os melhores valores de digestibilidade para as maiores partículas, indicando que a redução do tamanho de partícula aumentou a taxa de passagem, de modo que o menor tempo de retenção no rúmen provocou redução dos valores de digestibilidade para o tamanho de 2 mm. Foi observada diferença para consumo de nutrientes apenas para carboidratos não fibrosos (CNF) e isso pode estar relacionado ao fato de que o híbrido BM-3061, que apresentou tal diferença, apresentou maiores teores de MS e menores teores de FDN, variável ligada intimamente a consumo. O segundo experimento possibilitou concluir que a textura de grãos tem influência sobre a DIVMS das silagens avaliadas, e os híbridos que apresentam grãos do tipo dentado apresentam os melhores valores de DIVMS. Essa constatação está relacionada ao fato de que, nos grãos do tipo dentado, os grânulos de amido são maiores e mais dispersos e possuem menor interação com os corpos protéicos, que são os responsáveis pela limitação da digestibilidade. Assim, essa característica dos grãos passa a ser uma

variável de fundamental importância na escolha de híbridos para ensilar, visto que tem relação direta com a digestibilidade.

ABSTRACT

CARVALHO, João Fernando Ferreira dos Santos. **Grain processing and texture in the ensiling of corn hybrids**. 2008. 66 p. Dissertation (Master of Science in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

Corn silage is the conserved roughage most utilized by the stockmen in the period of poor production of pastures or by those who adopt the confinement of the animals the whole of the year. That is justified on account of the excellent nutritive value, a factor closely associated with the amount of grains in the ensiled mass. This work was conducted with the purpose of evaluating the interaction between digestibility, corn grain texture in silages of different commercial hybrids. For the study of that interaction, two experiments started in 2006 were conducted, with the planting of the hybrids for silage production till 2007, with the evaluation performed in laboratory and on animals. In the first experiment, it was aimed to evaluate the interaction of grain texture x particle size of the silages on the bromatologic characteristics, digestibility and consumption. For evaluation of *in vivo* digestibility and nutrient consumption, ten sheep housed in metabolism cages, allotted into a randomized block design with three replicates in time were utilized. The treatments consisted of five commercial hybrids, ensiled with two particle sizes (2 and 11 mm), in a 5 X 2 factorial. In the second experiment, the influence of grain texture on the *in vitro* digestibility of dry matter (DIVMS) and the bromatologic composition of the silages of the corn hybrids was determined. A completely randomized design with five

treatments and eight replicates was utilized. The treatments were constituted of hybrids BM-3061, BM-2202, BRS-3150, BRS-3003 and AG-1051. It was found, with the accomplishment of the first experiment, that the interaction grain texture x particle size was not significant to the digestibility of the hybrids. For particle size, singly, the best values of digestibility were found for the largest particles, pointing out that the reduction of particle size increased passage rate, so that the shortest time of retention in the rumen caused reduction of the digestibility values for the 2 mm size. A difference for nutrient consumption was observed only for non-fiber carbohydrates (CNF) and that can be related to the fact that hybrid BM-3061, which presented the highest contents of DM and lowest contents of NDF, a variable linked closely to consumption. The second experiment enabled to conclude that grain texture has an influence on the DIVMS of the silages evaluated, and the hybrids which present grains of the dent type show the best values of DIVMS. That finding is related to the fact that in the grains of the dent type, starch granules are larger and more scattered and possess a poorer interaction with protein bodies responsible for limited digestibility. Thus, that characteristic of the grains comes to be a variable of vital importance in choosing of hybrids to ensile, since they have a direct relationship with digestibility.

**1 ARTIGO I – INTERAÇÃO TEXTURA DE GRÃOS X
TAMANHO DE PARTÍCULA NA DIGESTIBILIDADE E NO
CONSUMO DE SILAGENS DE MILHO**
(Preparado de acordo com as normas da “Revista Brasileira de Zootecnia”)

**João Fernando Ferreira dos Santos Carvalho¹, Antônio Ricardo
Evangelista², José Cardoso Pinto², Márcio Machado Ladeira²,
Josiane Aparecida de Lima³, Joel Augusto Muniz²**

RESUMO

Em virtude da constante utilização de silagem de milho para a alimentação de animais de alto desempenho produtivo, os trabalhos de melhoramento de milho têm buscado híbridos com boas características para silagem. Objetivou-se avaliar a influência da textura do endosperma do grão e do tamanho de partícula sobre a composição bromatológica, consumo e coeficiente de digestibilidade aparente (CD) das silagens de diferentes híbridos de milho em ovinos e o balanço de nitrogênio (BN). O delineamento utilizado foi de blocos casualizados com três repetições no tempo. Utilizaram-se cinco híbridos comerciais, ensilados com dois tamanhos de partículas (2 e 11 mm), em um fatorial 5 X 2. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro, corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina em detergente ácido

(LDA), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), e calculado o consumo e seu CD para cada fração, bem como o BN. Foi observada diferença estatística para PB e CT com interação entre híbridos x tamanho de partícula, tendo o híbrido BRS-3003 apresentado os maiores teores, no tamanho de 11 mm e o híbrido BM-2202, a maior média entre híbridos para PB. Para CT, apenas o híbrido BRS-3003 apresentou diferença para a interação. Foi observada diferença para consumo de nutrientes apenas para carboidratos não fibrosos (CNF) e isso pode estar relacionado ao fato de que o híbrido BM-3061, que apresentou tal diferença, apresentou maiores teores de MS e menores teores de FDN, variáveis ligadas intimamente a consumo. As silagens com partículas de 11 mm apresentaram os maiores CD para MS, MO e CNF.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio, endosperma, híbridos, ovinos, *Zea mays*

INTERACTION GRAIN TEXTURE X PARTICLE SIZE IN THE DIGESTIBILITY AND CONSUMPTION OF CORN SILAGE

ABSTRACT

Owing to the constant utilization of corn silage for feeding of high yielding performance animals, the works of corn breeding have sought for

hybrids with good characteristics for silage. It was intended to evaluate the influence of the texture of grain endosperm and particle size on the bromatologic composition, consumption and apparent digestibility coefficient (CD) of the silages of different corn hybrids in sheep and nitrogen balance (BN). The design utilized was of randomized blocks with three replicates in time. Five commercial hybrids, ensiled with two particle sizes (2 and 11 mm), in a factorial 5 X 2 were utilized. The contents of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber, corrected to ashes and protein (FDNcp), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose (HEM), cellulose (CEL), acid detergent lignin (LDA), total carbohydrates (CT), non-fiber carbohydrates (CNF) and total digestible nutrients (TDN) and calculated the consumption and its CD for each fraction as well as NB. A statistical difference for CP and CT with an interaction between hybrids x particle size was found, hybrid BRS-3003 having shown the highest contents in the 11 mm size and hybrid BM-2202, the highest mean among hybrids for CP. For CT, only hybrid BRS-3003 presented difference for the interaction. Differences were found for consumption of nutrients only for non-fiber carbohydrates (CNF) and that can be related to the fact that

hybrid BM-3061, which presented such a difference, showed increased DM contents and lowered NDF contents, variables linked closely to consumption. The silages with particles of 11 mm presented the highest CD for DM, OM and CNF.

Key words: nitrogen balance, endosperm, hybrids, sheep, *Zea mays*

1.1 INTRODUÇÃO

Na cultura do milho (*Zea mays L.*), vários aspectos provocam variações na qualidade da silagem, como o híbrido utilizado e o estágio de maturação na colheita, além de aspectos relativos ao solo e ao clima. Na confecção das silagens, segundo Nussio (1999), aspectos ligados ao tamanho das partículas e à altura de colheita das plantas afetam o grau de compactação (quanto menor a partícula e maior a altura de colheita, melhor a compactação) e, por consequência, a condição alcançada de anaerobiose, que é decisiva no processo de fermentação e conservação.

O tamanho de partícula da forragem, assim como o nível de FDN, tem impacto sobre o pH ruminal (Mertens, 1997). Substituição de forragem grosseiramente picada por forragem finamente picada reduziu em 5% o fluxo de saliva, enquanto o aumento da FDN oriunda de forragem da dieta de 20% para 24% aumentou o fluxo de saliva em 1% (Allen, 1997). No NRC (2001) encontra-se que o tamanho médio de partícula da forragem para manter o pH ruminal, a mastigação e a gordura do leite deve ser 3 mm. Allen (1997) avaliou a relação entre tamanho de partícula da forragem e tempo total de ruminação, utilizando dados de dez experimentos com vacas, encontrando um ponto de inflexão claro em,

aproximadamente, 3 mm. A partir desse ponto, o aumento do tamanho de partícula não afetou o tempo de ruminação.

Além das características como produtividade, digestibilidade e percentual de espigas nas cultivares de milho utilizadas para a produção de silagem, a textura do grão (vitrosidade) é outra variável que passa a ser observada na escolha de genótipos utilizados para a alimentação de ruminantes. As características relacionadas ao endosperma do grão do milho afetam a degradabilidade do amido no rúmen. Logo, dependendo do genótipo, o milho poderá fornecer, em maior ou em menor velocidade, energia para a síntese de proteína bacteriana (Lopes et al., 2004).

Quanto à textura de grãos de milho, estes podem ser classificados em amiláceos (ou farináceos), duros (ou cristalinos ou vítreos) e dentados. O milho dentado possui endosperma duro nas margens e farináceo no centro do grão. Ao secar, o amido mole reduz seu volume mais do que as camadas duras e assim se origina a indentação, pelo enrugamento do endosperma livre de camadas córneas neste local. A característica do milho duro é apresentar um endosperma duro ou cristalino que ocupa quase todo seu volume, sendo a proporção farinácea muito reduzida (Corrêa, 2001).

Philippeau & Michalet-Doreau (1998) observaram que, no mesmo ponto de maturação, as cultivares de grãos dentados (Dent) apresentaram maior degradabilidade e digestibilidade do que as cultivares de grãos duro (Flint). Com a ensilagem, a degradabilidade do grão Flint aumentou, porém, ainda foi significativamente menor que a observada no grão dentado.

Outro aspecto importante a ser discutido, envolvendo a degradação ruminal do amido, é o impacto desta sobre a síntese de proteína microbiana. Aumento na digestibilidade ruminal do amido promove maior eficiência de utilização do N no rúmen e maior produção de proteína microbiana, considerada de alta qualidade, com conseqüente aumento de seu fluxo para o duodeno (Theurer et al., 1999).

Philippeau et al. (1999b), estudando o efeito de textura de grãos de milho sobre a digestibilidade do amido em novilhos, encontraram maior degradabilidade ruminal do milho dentado. A maior degradabilidade ruminal do amido promoveu redução da quantidade de N não protéico, chegando ao duodeno.

Nesse contexto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a influência da textura do endosperma do grão e do

tamanho de partícula sobre a digestibilidade *in vivo* da silagem de diferentes híbridos de milho, em um ensaio utilizando-se ovinos.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo constou da avaliação de cinco cultivares distintas de milho quanto à textura de grãos ensilados com dois tamanhos de partículas e fornecidos para dez ovinos instalados em gaiolas de metabolismo. O experimento foi realizado no período de outubro de 2006 a dezembro de 2007.

O semeio dos híbridos e o ensaio de digestibilidade foram conduzidos no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (DZO/UFLA), situada no município de Lavras, localizada a 21°13'48'' de latitude sul e 44°58'19'' de longitude oeste, a 918 m de altitude. O clima da região é do tipo Cwb (Köppen), com duas estações bem definidas: chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro). A precipitação média anual é de 1.493,2 mm e a temperatura média anual de 19,3°C, com médias máxima de 26,0°C e mínima de 14,6°C (Antunes, 1986).

Foram avaliados cinco híbridos: Biomatrix 3061 (BM-3061 – dentado), Biomatrix 2202 (BM-2202 – semidentado), Embrapa BRS-

3003 (BRS-3003 – semiduro), Embrapa BRS-3150 (BRS-3150 – semidentado) e Agrocerec 1051 (AG-1051 – dentado) e dois tamanhos de partículas (2 e 11 mm), em um fatorial 5 X 2, com 10 tratamentos.

O semeio foi efetuado em outubro de 2006, utilizando-se uma semeadora de quatro linhas, regulada em espaçamento entre linhas de 0,70 m e 4,1 plantas/metro linear, com densidade de 58.630 plantas/ha. Foram utilizados 350 kg/ha da fórmula 08-28-16 (N-P₂O₅-K₂O) na adubação de plantio e, 30 dias depois, foi realizada uma adubação de cobertura com 400 kg/ha da fórmula 30-00-10 (N-P₂O₅-K₂O), de acordo com Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999). Os demais tratamentos culturais e fitossanitários foram feitos segundo recomendações técnicas para a cultura.

O ponto de colheita dos híbridos foi definido como sendo 1/2 linha de leite dos grãos, colhidos com uma colhedora de forragem no final de fevereiro de 2007. Cada híbrido foi ensilado com os dois tamanhos de partículas em silos experimentais. Foram utilizados silos de concreto, com 1,50 m de profundidade x 1,00 m de diâmetro, com capacidade média de 550 kg cada, com brita no fundo e vedados com lona após o enchimento.

Aproximadamente 1.000 g de amostra da silagem fresca foram avaliados em separador de partículas modelo *Penn State*, de acordo com a metodologia proposta por Lammers et al. (1996) e em consonância com os procedimentos sugeridos pela ADSA (1970) para a determinação do perfil granulométrico da dieta (Tabela 1).

Tabela 1 – Perfil de distribuição do tamanho de partículas das silagens dos híbridos de milho (tratamentos).

Tratamentos	Tamanho de partículas (%)			MS por peneiras (%)		
	> 20 mm	8-20 mm	< 8 mm	> 20 mm	8-20 mm	< 8 mm
BRS-3150 – 2 mm	20,0	57,0	23,0	31,5	30,4	31,2
BRS-3150 - 11 mm	49,6	43,6	6,8	28,7	30,1	35,3
BRS-3003 – 2 mm	31,0	50,0	19,0	31,3	31,6	30,1
BRS-3003 – 11 mm	56,3	36,9	6,8	28,8	32,7	37,7
BM-2202 – 2 mm	19,2	54,8	26,0	30,9	30,6	27,2
BM-2202 – 11 mm	56,5	34,4	9,1	33,6	36,4	38,2
BM-3061 – 2 mm	55,8	27,7	16,5	32,9	37,1	32,0
BM-3061 – 11 mm	68,2	24,9	6,9	35,2	38,1	25,2
AG-1051 – 2 mm	36,8	45,6	17,6	32,9	35,6	34,5
AG-1051 – 11 mm	57,6	34,5	7,9	32,0	36,9	39,9

Para o ensaio de digestibilidade *in vivo* foram utilizadas dez ovelhas da raça Santa Inês, com idade média de nove meses e peso vivo médio de 42,9 kg, vermifugadas e vacinadas antes de entrarem no período experimental. Os animais foram distribuídos em um delineamento de blocos casualizados, com três repetições no tempo. Ao final de cada

período de coleta, os animais eram sorteados novamente por tratamentos, para dar início a um novo período de adaptação e coleta.

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas individuais próprias para o ensaio de digestibilidade *in vivo*, providas de comedouro, bebedouro e cocho próprio para a suplementação mineral. Cada gaiola metabólica possuía, acoplado ao assoalho, um sistema de captação total de fezes e urina. As fezes foram recolhidas em bandejas plásticas e a urina foi acondicionada em baldes plásticos adaptados com uma tela separadora, evitando que se misturasse às fezes. Cada balde recebeu 100 mL de uma solução de HCl a 10% (900 mL de H₂O e 100 mL de HCl), a fim de evitar fermentação microbiana e perdas de nitrogênio.

Os animais ficaram em um período pré-experimental de dez dias para adaptação ao manejo e à silagem. Após esse período, cada animal ficou em um período de adaptação de dez dias a cada silagem e cinco dias em período de coleta. Ao final de cada período, os animais foram novamente sorteados dentro dos tratamentos para dar início às repetições no tempo. Os animais foram pesados no início e no final do experimento, considerando-se o peso médio para o cálculo do tamanho metabólico ($PV^{0,75}$).

Os tratos foram realizados duas vezes ao dia. Às 8 horas, os animais recebiam a silagem, ocasião em que as sobras do dia anterior foram removidas e pesadas. A quantidade de silagem era ajustada diariamente para uma sobra de 20% do fornecido. Após o período pré-experimental, foi retirada uma amostra da silagem de cada tratamento fornecida aos animais, sendo acondicionada em saco plástico e, posteriormente, congelada. Após pesagem da sobra, retirou-se uma alíquota de 20%, que foi identificada, acondicionada em saco plástico e, posteriormente, congelada.

As amostras das fezes, bem como as de urina, foram recolhidas pela manhã. A colheita de fezes foi total, sendo seu peso anotado e amostrados 20% do total defecado, acondicionando-as em sacos plásticos devidamente identificados e congelados em freezer, a -20°C.

A urina excretada por cada animal teve seu volume (mL) registrado e, após filtração, foi efetuada uma amostragem de 10% do volume total. As amostras foram acondicionadas em vidros âmbar, devidamente identificadas e congeladas. Ao final de cada período, para cada tratamento, foi feita uma amostra composta das silagens, das sobras, das fezes e da urina.

As amostras da silagem, sobras e fezes foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada, a 60°C, por 72 horas, moídas em moinho tipo “Thomas-Willey”, com peneira com crivos de 1 mm de diâmetro, para análises químico-bromatológicas.

As análises bromatológicas foram feitas no Laboratório de Pesquisa Animal da UFLA. Nas amostras de silagem, sobras e fezes foram realizadas as determinações de matéria seca (MS) em estufa a 105°C e proteína bruta (PB), pelo método semimicro Kjeldahl, conforme AOAC (1990); fibra em detergente neutro (FDNcp), corrigida para cinzas e proteína, e fibra em detergente ácido (FDA) no equipamento Ankon[®] Fiber Analyser (Ankon Technology Corporation, Fairport, NY), seguindo metodologia de Holden (1999); hemicelulose (HEM), pela diferença entre FDN e FDA; celulose (CEL) e lignina em detergente ácido (LDA), pelo método da Lignina Klason, conforme Silva & Queiroz (2002); matéria mineral (MM), em mufla a 600°C; extrato etéreo (EE), pelo método a quente, usando, no caso, extração com éter de petróleo por 6 horas. Nas amostras de urina, determinou-se o N total segundo a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Os valores de carboidratos totais (CT) foram obtidos por diferença, de acordo com a metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), em que $CT\% = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com a metodologia descrita por Hall (2001), em que $CNF\% = 100\% - (FDN\% + PB\% + EE\% + MM\%)$. Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo NRC (2001), em que $NDT\% = DVCNF + DVPB + DVFDN + (DVAG \times 2,25) - 7$.

A avaliação do consumo voluntário dos nutrientes foi realizada pela diferença entre a quantidade do nutriente no material fornecido aos animais e a quantidade nas sobras retiradas dos cochos.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CD) dos nutrientes foram obtidos conforme metodologia utilizada por Coelho da Silva & Leão (1979).

O balanço de nitrogênio (BN) foi determinado pela diferença entre o nitrogênio ingerido e o nitrogênio excretado nas fezes e na urina.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pela análise de variância, por meio do software estatístico Sisvar[®] (Ferreira, 2003), e as

médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância (Ferreira et al., 1999).

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os teores de MS, FDNcp, FDA, CEL e CNF, foi detectada diferença estatística entre híbridos. Para os teores de MO, EE, HEM, LDA e NDT, não foi detectado efeito de tratamentos ($P>0,05$). Os valores podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição bromatológica das silagens de híbridos de milho.

Teores	Híbridos de milho					CV (%)
	BRS-3150	BRS-3003	BM-2202	BM-3061	AG-1051	
MS %	23,46c	25,41b	26,60b	29,76a	28,80a	6,38
	% na MS					
FDNcp	55,02a	51,13b	53,11b	52,00b	54,64a	4,43
FDA	41,97a	38,00b	38,70b	38,05b	40,60a	4,29
MO	96,24a	96,20a	95,96a	96,50a	96,33a	0,34
EE	1,35a	1,42a	1,38a	1,36a	1,40a	15,46
CEL	16,10b	22,78a	20,21a	16,00b	17,83b	19,90
HEM	20,65a	20,78a	20,62a	16,71a	18,37a	25,58
LDA	3,00a	2,83a	2,35a	1,88a	1,67a	67,14
CNF	30,14b	33,45a	30,44b	33,94a	31,22b	7,60
NDT	61,95a	62,32a	61,45a	62,59a	62,93a	5,13

Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes, não são iguais ($P < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

Verifica-se que a concentração de MS das silagens dos híbridos BM-3061 e AG-1051 foi superior às dos outros híbridos. Esses valores podem ter ocorrido devido ao fato de o ponto de colheita ter sido preconizado como sendo quando os grãos atingissem 1/2 linha de leite. Esta recomendação busca maximizar a quantidade de amido do grão na ensilagem e minimizar o teor de FDN, porém, não leva em consideração os teores de MS existentes em todas as partes da planta.

Os teores obtidos para MS das silagens do presente trabalho situam-se dentro da variação citada na literatura, isto é, entre 20,00% e 39,70% (Rosa et al., 2004; Senger et al., 2005; Rocha et al., 2006; Neumann et al., 2007; Vilela et al., 2008).

Segundo Rosa et al. (2004), o teor de água da massa ensilada, por si só, sem considerar a sua relação com os demais aspectos, tem influência na qualidade final e na manutenção da silagem, além de interferir na compactação do material ensilado (dentro de certos limites, o maior teor de umidade favorece a compactação), afetando a quantidade e a velocidade com que o oxigênio é expulso, portanto, influenciando no processo de fermentação.

Para FDNcp e FDA, os teores observados estão dentro dos limites considerados aceitáveis para silagens, tendo os híbridos BRS-3003, BM-2202 e BM-3061, sido os que apresentaram os menores valores para ambas as variáveis. Cabral et al. (2004), estudando taxas de digestão em vários materiais, encontraram, para a silagem de milho, valores de 53,14% de FDNcp.

As diferenças entre FDN e FDNcp têm maior amplitude quanto menor for qualidade nutricional do alimento, em decorrência de menor teor de matéria orgânica (Silva & Queiroz, 2002). Hernández et al. (2002) observaram diferenças de 2,22 e 1,39 unidades percentuais entre FDN e FDNcp, respectivamente, para silagem de milho sem ou com adição de inoculante bacteriano.

Mello et al. (2005), avaliando o potencial produtivo e qualitativo de diferentes híbridos de milho para a produção de silagem, encontraram, na média dos tratamentos, valores de 30,06% de FDA, os quais estão um pouco abaixo que o observado no presente trabalho. Já Rocha et al. (2006) encontraram de 22,9% a 23,8% de FDA para os tratamentos estudados, contradizendo os dados de Mello et al. (2005) e os deste estudo.

Os híbridos BRS-3003 e BM-2202 foram os que apresentaram maiores valores de CEL em relação aos demais. Os valores relatados neste estudo se encontram abaixo dos reportados por outros autores, como Bueno et al. (2004), que observaram 27,00% de CEL e Rosa et al. (2004), que constataram entre 22,93% e 24,79%, para silagem de três diferentes híbridos de milho.

Os híbridos BRS-3003 e BM-3061 foram os que apresentaram os maiores teores de CNF e, conseqüentemente, os menores teores de FDN. Em razão disso, os valores observados eram esperados, visto que a FDN afeta diretamente os teores de CNF. Esses resultados são inferiores ao relatados por Zago (2002), 41%, e próximos ao citado por Valadares Filho et al. (2002), de 32,54% de CNF.

Para os teores de MO, não houve efeito de tratamentos. Isso pode ser atribuído ao fato de se tratar de materiais muito parecidos, em que as diferenças esperadas para as silagens estão em outras frações da planta e ligações químicas de cada material. Os valores observados são semelhantes aos encontrados por Neumann et al. (2007). Estes autores avaliaram os efeitos do tipo de silo, do tamanho de partícula e da altura de colheita de plantas de milho para ensilagem nas características de

fermentação e encontraram médias dos tratamentos de 95,9% a 96,2% de MO.

Para o EE, os valores encontrados estão abaixo dos relatados no NRC (1996), NRC (2001) e Valadares Filho et al. (2002), iguais a 2,60%, 3,20% e entre 1,74% e 2,99%, respectivamente.

Os teores de LDA e HEM estão abaixo dos citados na literatura, por exemplo, de 4,79% a 5,64%, para LIG e de 26,84 a 31,00% para HEM (Rosa et al., 2004; Mello et al., 2005).

Não foram detectadas diferenças entre os valores de NDT. Silagens de milho apresentam concentrações apreciáveis de amido e FDN e variações nas suas digestibilidades podem afetar seu valor energético. Mesmo ocorrendo diferenças nos valores de FDNcp, no presente estudo não foi observada diferença entre os valores de NDT.

Com base em dados encontrados na literatura, podem-se observar diferenças muito grandes para valores de NDT, variando de 47,70% até 71,38% (Moreira et al, 2001; Rosa et al, 2004; Mello et al, 2005). Essa variação é perfeitamente compreensível, em razão das diferenças existentes para cada método de cálculo.

Para os teores de PB e CT, foram detectadas diferenças significativas ($P < 0,05$) para a interação híbridos x tamanho de partícula (TP), conforme se observa na Tabela 3.

Tabela 3 – Teores de proteína bruta (PB) e carboidratos totais (CT) (%) na MS das silagens de híbridos de milho elaboradas em dois tamanhos de partícula.

Teores	TP	Híbridos de milho				
		BRS-3150	BRS-3003	BM-2202	BM-3061	AG-1051
% na MS						
PB%	2 mm	7,55bA	7,62bB	8,89aA	7,39bA	7,73bA
	11mm	7,77aA	8,71aA	8,44aA	7,86aA	6,80bB
Média		7,66b	8,17a	8,66 ^a	7,62b	7,26b
CV (%)		6,84				
CT%	2 mm	87,18aA	87,47aA	85,71bA	87,66aA	87,20aA
	11mm	87,29aA	85,77bB	86,14bA	87,38aA	88,14aA
Média		87,24a	86,62b	85,93b	87,52a	87,67a
CV (%)		0,76				

Médias na mesma linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, não são iguais ($P < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

Médias na mesma coluna, seguidas de letras maiúsculas diferentes, não são iguais ($P < 0,05$) pelo teste F.

Os híbridos BRS-3003 e AG-1051 foram os que apresentaram diferenças entre os teores de PB para a interação híbridos x TP. O híbrido BRS-3003 apresentou o maior valor de PB para o TP de 11 mm, enquanto o híbrido AG-1051 apresentou o maior valor de PB para TP de 2 mm. Isso pode ter ocorrido pelo fato de o híbrido AG-1051 possuir grãos de característica dentada. O amido e a proteína desse tipo de grãos

apresentam maior degradabilidade por microrganismos que promovem a proteólise da matriz protéica, a qual limita a digestão do amido. Mesmo depois que cessa o crescimento dentro do silo, pelo abaixamento do pH, a proteólise continua exercendo sua função.

O híbrido BRS-3003, por ter grãos do tipo semiduro, teria seus valores de degradabilidade menores, devido a essa característica, porém, com a diminuição do TP, essa degradabilidade poderia ser aumentada, como constatado no presente estudo.

Entre os híbridos, BM-2202 foi o que apresentou o maior teor de PB para o TP de 2 mm; já para TP de 11 mm, os híbridos BRS-3150, BRS-3003, BM-2202 e BM-3061 apresentaram os maiores teores, não diferindo entre si.

Neumann et al. (2007), em um estudo avaliando efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita de plantas de milho para a ensilagem, não detectaram diferença estatística entre os teores de PB para TP diferentes, registrando média de 5,70% para o menor tamanho de partícula e de 5,72% para o de maior tamanho, sendo menores do que os observados neste trabalho. Pôssas et al. (2006), trabalhando com híbridos diferentes quanto à textura de grãos, encontraram 8,20%, 7,93% e 7,10%

de PB para os híbridos dentado, semiduro e duro, respectivamente, concordando com o que foi observado neste estudo.

Os teores de PB, para todos os híbridos, se encontram dentro de uma faixa considerada ideal, não afetando o consumo bem como a digestão ruminal. Segundo Mertens (1994), o limite crítico de PB é de 7% para promover adequado crescimento de microrganismos ruminais e, conseqüentemente, boa digestão ruminal. Valadares et al. (1997), trabalhando com níveis diferentes de PB nas rações (7%, 9,5%, 12% e 14,6%), observaram redução na ingestão de alimento por animais que receberam rações com 7% de PB, atribuindo este fato ao baixo teor de PB dietética.

Para CT, o híbrido BRS-3003 foi o único a apresentar diferença entre os teores para a interação híbridos x TP, tendo, com 2 mm, sido observado maior valor. Isso ocorreu devido ao fato de esse híbrido ter apresentado diferença no teor de PB para interação, tendo, com 2 mm, sido registrado um menor valor de PB. Em virtude de CT ser uma variável calculada e sendo afetada principalmente pelo teor de PB, esse valor é perfeitamente aceitável.

Para o TP de 2 mm, os híbridos BRS-3150, BRS-3003, BM-3061 e AG-1051 foram os que apresentaram os maiores valores, não diferindo entre si. Os híbridos BRS-3150, BM-3061 e AG-1051 foram os que apresentaram os maiores valores para TP de 11 mm.

Para o cálculo de CT, são utilizados os valores de PB, EE e matéria mineral. No presente trabalho, apenas a PB apresentou diferença entre os tratamentos, sugerindo que essa diferença pode ter influenciado nos teores de CT.

Moreira et al. (2001), em um estudo avaliando o consumo e a digestibilidade aparente da silagem de milho e de outras forrageiras conservadas, encontraram 84,74% de CT, valor inferior aos encontrados no presente trabalho para os dois TP.

Para consumo, foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) para híbridos; apenas CNF apresentou diferença para consumo em $\text{g/kg PV}^{0,75}$. Os dados podem ser observados na Tabela 4.

TABELA 4 – Consumos médio diários dos nutrientes presentes nas silagens de híbridos de milho, em gramas por kg de peso metabólico (g/kg PV^{0,75}), porcentagem do peso vivo (%PV) e gramas por dia (g/dia).

Itens	Híbridos de milho					CV (%)
	BRS-3150	BRS-3003	BM-2202	BM-3061	AG-1051	
MS						
g/kg PV ^{0,75}	33,66a	38,40a	34,21a	41,91a	34,62a	21,11
%PV	1,31a	1,50a	1,33a	1,64a	1,35a	20,96
g/dia	570,77a	649,40a	578,01a	700,20a	583,10a	22,02
MO						
g/kg PV ^{0,75}	32,43a	37,00a	32,92a	40,73a	33,40a	21,03
%PV	1,26a	1,44a	1,29a	1,59a	1,30a	20,79
g/dia	549,96a	625,72a	556,28a	680,44a	562,53a	21,95
PB						
g/kg PV ^{0,75}	2,57a	3,08a	2,86a	3,10a	2,38a	23,99
g/dia	43,56a	52,11a	48,30a	51,80a	40,12a	25,13
FDN						
g/kg PV ^{0,75}	18,61a	19,50a	18,02a	21,79a	18,70a	24,58
g/dia	315,60a	329,70a	304,28a	363,88a	314,78a	25,09
FDA						
g/kg PV ^{0,75}	14,34a	15,06a	13,29a	16,26a	13,93a	20,14
g/dia	242,97a	254,72a	224,50a	271,59a	234,70a	21,07
EE						
g/kg PV ^{0,75}	0,51a	0,61a	0,57a	0,63a	0,54a	28,48
g/dia	8,64a	10,27a	9,59a	10,60a	9,13a	29,20
CT						
g/kg PV ^{0,75}	29,35a	33,31a	29,50a	37,00a	30,48a	21,02
g/dia	497,75a	563,35a	498,40a	618,04a	513,28a	21,91
CNF						
g/kg PV ^{0,75}	10,74b	13,82a	11,47b	15,21a	11,78b	21,40
g/dia	182,15a	233,65a	194,11a	254,16a	198,50a	22,61
NDT						
g/kg PV ^{0,75}	28,41a	30,46a	29,49a	34,07a	30,31a	16,35
g/dia	481,07a	515,36a	498,31a	568,95a	510,24a	17,33

Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes, não são iguais (P<0,05) pelo teste de Scott-Knott.

Os híbridos BRS-3003 e BM-3061 foram os que apresentaram os maiores consumos CNF, em $\text{g/kg PV}^{0,75}$. Esse fato pode ter ocorrido em razão de esses híbridos terem apresentados menores valores de FDN_{cp}, variável que é correlacionada negativamente com consumo. Quando observados os valores de consumos para os demais nutrientes desses dois híbridos, mesmo não tendo sido observada diferença significativa, observa-se que eles apresentaram os maiores valores para todos os teores.

Os valores encontrados para consumo das demais variáveis estão um pouco abaixo que o encontrado nos relatos de trabalhos com ovinos. Moreira et al. (2001) observaram valores de 43,24 e 39,9 $\text{g/kgPV}^{0,75}$, para MS e MO e de 43,12; 5,92; 640,23; 447,88 e 359,00 g/dia, para PB, EE, CT, FDN e NDT, respectivamente. Mizubuti et al. (2002) relatam consumo de 63,24 para MS, 36,57 para FDA, 41,35 para FDN, 3,69 para EE e 8,83 para PB, expressos como $\text{g/kg PV}^{0,75}$.

Para Wattiaux (1999), a FDN, representada pela hemicelulose, celulose e lignina da parede celular vegetal, está negativamente correlacionada com o consumo de MS, enquanto a FDA, correspondendo à celulose e à lignina, está negativamente correlacionada com a digestibilidade do alimento. Em concentrações maiores que 55%-60% na

dieta, a FDN é a variável mais consistentemente correlacionada com o consumo de MS de uma espécie forrageira (Van Soest, 1994).

Para coeficientes de digestibilidade, não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) da interação entre híbrido x TP e nem para híbridos isoladamente, conforme dados da Tabela 5.

TABELA 5 – Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), fibra em detergente neutro (CDFDN), fibra em detergente ácido (CDFDA), matéria orgânica (CDMO), extrato etéreo (CDEE), carboidratos totais (CDCT) e carboidratos não fibrosos (CDCNF) das silagens de híbridos de milho.

Coeficientes de digestibilidade	Híbridos de milho					CV (%)
	BRS 3150	BRS 3003	BM 2202	BM 3061	AG 1051	
	%					
CDMS	53,40	59,14	56,54	57,72	56,84	8,60
CDPB	35,64	44,01	40,25	42,83	32,73	22,56
CDFDN	42,97	46,19	47,31	45,45	43,55	19,27
CDFDA	38,63	40,70	37,08	41,97	36,43	24,25
CDMO	57,10	61,84	60,83	61,82	58,71	7,99
CDEE	68,78	73,81	72,08	72,74	71,26	9,21
CDCT	58,75	63,19	62,52	63,54	60,43	7,68
CDCNF	85,29	86,85	85,98	88,82	86,23	3,89

Para coeficientes de digestibilidade dos diversos componentes vegetais, os valores observados se encontram dentro da faixa de valores citados na literatura, que vão de 46,59% a 73,55% (Moreira et al., 2001; Mizubuti et al., 2002 e Rossi Junior et al., 2006).

Os valores de CDPB, CDFDN, CDFDA e CDEE, observados no presente trabalho, estão abaixo dos relatados por Rossi Junior et al. (2006) que, trabalhando com silagens de milho, encontraram coeficientes médios respectivos de 58,52; 58,58; 51,58 e 80,20. Moreira et al. (2001), comparando silagem de milho com feno de alfafa (*Medicago sativa*) e feno de capim coast-cross (*Cynodon dactylon* x *C.nlemfuensis*), encontraram valores de 50,21% e 50,23% para CDMO e CDCT, os quais estão bem abaixo dos observados neste trabalho.

À medida que avança o estágio de maturação da planta, ocorre maior concentração de amido no grão de milho (Andrighetto et al., 1981), declinando o teor de umidade não somente do grão como também de toda a planta. Sabe-se também que, ao mesmo tempo, ocorre redução na digestibilidade dos componentes da planta, causada pela lignificação da parede celular (Nussio, 1999). Além disso, ocorrem alterações na concentração de carboidratos solúveis na planta (Mühlbach, 1999). A velocidade com que ocorrem esses processos deve ser diferente entre os híbridos. Embora esses aspectos não tenham sido avaliados no presente experimento, sabe-se que os mesmos afetam a digestibilidade e, por consequência, o valor energético da silagem.

Para coeficiente de digestibilidade, foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) para TP. Os coeficientes de digestibilidade de MS, MO e CNF foram maiores. As variáveis CDPB, CDFDN, CDFDA CDCT e CDEE não apresentaram diferença ($P > 0,05$). Os dados podem ser observados na Tabela 6.

TABELA 6 – Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), fibra em detergente neutro (CDFDN), fibra em detergente ácido (CDFDA), matéria orgânica (CDMO), extrato etéreo (CDEE), carboidratos totais (CDCT) e carboidratos não fibrosos (CDCNF) das silagens de híbridos de milho, para TP isoladamente.

Coeficientes de digestibilidade	Tamanho de partícula		CV (%)
	2mm	11mm	
	%		
CDMS	54,32b	59,13a	8,60
CDPB	36,92a	41,27a	22,56
CDFDN	43,07a	47,12a	19,27
CDFDA	37,33a	40,59a	24,25
CDMO	58,25b	61,86a	7,99
CDEE	70,29a	73,18a	9,21
CDCT	59,97a	63,40a	7,68
CDCNF	85,07b	88,20a	3,89

Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes, não são iguais ($P < 0,05$) pelo teste F.

Essa maior digestibilidade para o TP, de 11 mm, pode ser explicada pelo fato de que, neste TP, a taxa de passagem é menor do que em TP de 2 mm. Outro fator que deve ser considerado é a habilidade dos animais, principalmente dos ovinos, em selecionar sua dieta. Com o

aumento do TP de 2 para 11 mm, os animais puderam selecionar melhor o que consumir, fato esse constatado pela avaliação visual realizada antes da retirada das sobras durante os dias de coleta. Para os tratamentos com TP de 11 mm, foi observada predominância de colmo, palha e sabugo nas gaiolas dos animais que recebiam tais tratamentos.

A taxa de passagem da digesta pelo trato gastrintestinal tem significativo efeito sobre a degradação ruminal da fibra (Firkins, 1997), especialmente em animais de alto desempenho. Segundo Bezerra et al. (2004), quanto maior a taxa de passagem, menor será a degradabilidade da FDN, principal responsável por fornecer energia para suportar o crescimento microbiano no rúmen em dietas com alta proporção de volumoso.

A área de superfície das partículas pode ser um dos principais determinantes no processo de colonização e, conseqüentemente, na digestão enzimática microbiana no rúmen (Fisher et al., 1989; Sauvant, 1997). A adesão é uma estratégia empregada pelos microrganismos para melhor utilizarem o substrato ao qual se aderem e, principalmente, evitarem a remoção por lavagem, decorrente do fluxo digestivo (Flint & Forsberg, 1995). Essa adesão é feita por vários mecanismos, mas, de

acordo com Yokoyama & Johnson (1988), os organismos celulolíticos ruminais se utilizam, principalmente, do glicocálix emitido, sobretudo nas bordas dos pontos que apresentam algum tipo de ruptura promovida por processos mecânicos (mastigação, processamento, etc.).

Se as partículas são finamente moídas, com menor número de pontos de adesão, pode ocorrer inibição do crescimento microbiano por lavagem, antes que o devido processo de colonização se instale (Van Soest, 1994).

Os valores referentes ao balanço de nitrogênio não apresentaram diferenças significativas entre híbridos e TP e nem para a interação híbridos x TP (Tabela 7).

TABELA 7 – Valores médios do balanço de nitrogênio para as silagens de híbridos de milho

Silagens	Balanço de nitrogênio				
	N retido	N absorvido	N ingerido	N fezes	N urina
	g/dia				
BRS-3150	-3,24	2,58	6,97	4,39	5,82
BRS-3003	-1,82	3,76	8,34	4,58	5,58
BM-2202	-3,05	3,25	7,73	4,48	6,29
BM-3061	-2,57	3,31	8,29	4,98	5,89
AG-1051	-5,36	2,15	6,42	4,27	7,51
Média	-3,21	3,01	7,55	4,54	6,22
CV (%)	85,04	44,61	25,13	19,19	44,85

As silagens dos híbridos BM-2202 e BRS-3003 foram as que apresentaram maiores valores médios de PB. Contudo, não foi constatada diferença quanto ao N absorvido, em relação aos outros híbridos, indicando que, em face de esses híbridos apresentarem textura de grãos semiduros, pode ter ocorrido menor degradabilidade da PB no rúmen. Isso porque, em comparação com o BM-3061, que apresenta textura dentada, mesmo com menor valor de PB, este apresentou valores de N absorvidos semelhantes aos dois.

Valores negativos para N retido são extremamente indesejáveis, pois pode indicar falta de N dietético e, com isso, o animal passa a mobilizar o N endógeno para tentar suprir a demanda dos microrganismos, o que pode acarretar uma redução na produção. Moreira et al. (2001), comparando silagem de milho com as de outras gramíneas conservadas, relataram valor negativo para N retido apenas para a silagem de milho. Esses autores encontraram -2,15 g/dia de N retido, um pouco acima da média dos híbridos no presente trabalho.

O balanço de nitrogênio é uma variável correlacionada positivamente com os teores de PB na dieta dos animais. Aumentando-se a PB da dieta, aumentam-se os valores de N retido pelo animal. As

silagens avaliadas no presente estudo apresentaram teores de PB mínimos para o adequado crescimento microbiano no rúmen, porém, valores não indicados para o crescimento corporal.

1.4 CONCLUSÕES

Considerando os valores de composição bromatológica, as silagens produzidas podem ser consideradas de boa qualidade. As diferentes texturas de grãos de milho avaliadas não promoveram alterações nos coeficientes de digestibilidade aparente das silagens. Tamanho de partícula apresentou diferenças significativas para os coeficientes de digestibilidade (MS, MO e CNF), isso, devido ao seu maior tempo de permanência no rúmen.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 80, n. 7, p.1447-1462, 1997.

AMERICAN DAIRY SCIENCE ASSOCIATION. A report : committee on classification of particle size in feedstuffs. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 53, n. 5, p.689-690, 1970.

ANDRIGUETTO, J. M., PERLY, L., MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; BONA FILHO, G. A. S. A. **Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal os alimentos**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1981. 396 p.

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.138, p. 9-13, jun. 1986.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington, 1990. v.1, 1117p.

BEZERRA, E. S.; QUEIROZ, A. C.; BEZERRA, A. R. G. F.; PEREIRA, J.C.; PAULINO, M. F. Perfil granulométrico da fibra dietética sobre o tempo médio de retenção e a digestibilidade aparente de dietas para vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 2378-2386, ago. 2004. Suplemento 3.

BUENO, M. S.; FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R. A.; BIANCHINI, D.; LEINZ, F. F.; RODRIGUES, C. F. C. Desempenho de cordeiros alimentados com silagem de girassol ou de milho com proporções crescentes de ração concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p.1942-1948, ago. 2004. Suplemento 2.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. F. ;VELOSO, R. G. ; NUNES, P. M. M. Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos para as silagens de milho e de capim-elefante, o feno decapim- Tifton-85 e o farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1573-1580, nov./dez. 2004.

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocetes, 1979. 380 p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais : 5ª aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

CORRÊA, C. E. S. **Silagem de milho ou cana-de-açúcar e o efeito da textura do grão de milho no desempenho de vacas holandesas**. 2001. 102p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.3.** Lavras: UFLA, 2003.

FERREIRA, D. F.; MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H. Comparações múltiplas em experimentos com grande número de tratamentos: utilização do teste de Scott-Knott. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n.3, p.745-752, jul./set. 1999.

FIRKINS, J. L. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n.7, p.1426-1437, 1997.

FISHER, D. S.; BURNS, J. C.; POND, K. R. Kinetics of *in vitro* cell wall Disappearance and *in vivo* digestion. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, n.1, p.25-33, jan.1989.

FLINT, H. J.; FORSBERG, C. W. Polysaccharide degradation in the rumen: Biochemistry and genetics. In: ENGELHARDT, W.W.; LEONHARD- MAREK, S.; BREVES, G. (Ed.). **Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction.** Stuttgart: Enke, 1995. p. 43-70.

HALL, M. B. Recent advances in non-NDF carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.139-148.

HERNÁNDEZ, F. I. L.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; MANCIO, A. B.; CECON, P. R.; LANA, R de P.; MAGALHÃES. K. A.; REIS, S. L. R. Avaliação da composição de vários alimentos e determinação da cinética ruminal da proteína, utilizando o método da produção de gás e amônia *in vitro*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 243-255, jan./fev. 2002.

HOLDEN, L. A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, p.1791-1794, 1999.

LAMMERS, B. P.; BUCKMASTER, D. R.; HEINRICHS, A. J. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.79, n.5, p. 922-928, 1996.

LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C.; NOVAES L. P.; VIANA, A.C.; POSSAS, F. P.; OLIVEIRA, J. S.; GONÇALVES, L. C. Avaliação da Degradabilidade ruminal *In Situ* da matéria seca de silagens de milho (*Zea mays*, L.) com diferentes graus de vitreosidade e com perfil de aminoácidos modificado. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 35., 2004, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. v. 25.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L.; ROCHA, M. G.; DAVID, D. B. Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n.1, p.79-94, 2005.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, J. R. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: ASA, 1994. p.450-493.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n.7, p.1463-1481, 1997.

MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E. L. A; ROCHA, M. A. da; SILVA, L. das D. F. da; PINTO, A. P. ; FERNANFRS, W. C. ; ROLIM, M. A. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n.1, p. 267-272, jan./fev. 2002.

MOREIRA, A.L.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, R. ; VALADARES FILHO, S. de C. ;CAMPOS, J. M. de S. ; MOARES, S. A. de; ZERVOUDAKIS, J. T. Consumo e Digestibilidade Aparente dos nutrientes da silagem de milho e dos fenos de alfafa e de capim coast-cross em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p.1099-1105, maio/jun. 2001. Suplemento 1.

MÜHLBACH, P. R. F. Silagem : produção com controle de perdas. In: LOBATO, J. F. P.; BARCELLOS, J. O. J.; KESSLER, A. M. (Ed.). **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999. p. 97-120.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on beef cattle nutrition (Washington,DC). **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. rev. Washington, 1996. 404 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, 2001. 381 p.

NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L. ; OST, P. R.; RESTLE, J. ;SANDINI, I. E. ; ROMANO, M. A. Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silo sob efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p.847-854, jun. 2007.

NUSSIO, L. G. Silagem de milho. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; NUSSIO, L. G. (Ed.). **Alimentação suplementar**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999. p. 27-46.

PHILIPPEAU, C.; MARTIN, C.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of grain source on ruminal characteristics and rate, site, and extent of digestion in beef steers. **Journal Animal Science**, Champaign, v.77, n. 6, p.1587-1596, 1999.

PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 2178-2184, 1998.

PÔSSAS, F. P.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, A. L. C. C.; CARNEIRO, J. C.; LOPES, F. C. F.; NOVAES, L. P.; VIANA, A. C.; OLIVEIRA, J. S.; CARMO, S. G.; IBRAHIM, G. H. F. Degradabilidade ruminal *in situ* da proteína e do amido das silagens de milho com diferentes graus de vitreosidade e com perfil de aminoácidos modificado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 6., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. 1 CD-ROM.

ROCHA, K. D.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C. OLIVEIRA, A. P. de; PACHECO, L. B. de B. ; CHIZZOTTI, F. H. M. Valor nutritivo de silagens de milho (*Zeamays* L.) produzidas com inoculantes enzimo-bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p.389-395, mar./abr. 2006.

ROSA, J. R. P.; RESTLE, J.; SILVA, J. H. S.; PASCOAL, L. L.; PACHECO, P. S.; FATURI, C. ; SANTOS, A. P. dos.. Avaliação da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.) por meio do desempenho de bezerros confinados em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 4, p. 1016-1028, jul./ago. 2004.

ROSSI JUNIOR, P.; FUGISAWA, A.C.; SCHOGOR, A. L. B.; MURARO, G. B. Digestibilidade aparente de dois cultivares de milho, cortados em diferentes alturas, submetidos à ensilagem. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 58-61, 2006.

SAUVANT, D. Rumen mathematical modelling. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. 2. ed. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p. 685-708.

SENGER, C.C. D.; MÜHLBACH, P. R. F.; SÁNCHEZ, L. M. B.; PERES NETTO, D.; LIMA, L. D. de. Composição química e digestibilidade *in vitro* de silagem de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.6, p.1393-1399, nov./dez. 2005.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, MG, 2002. 166 p.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; SOEST, P. J. van; RUSSEL. J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets : II. carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOEST, P. J. van **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

THEURER, C.B.; HUBER, J.T.; DELGADO-ELORDUY, A.; WANDERLEY, R. et al. Invited review : summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, n.10, p.1950-1959, 1999.

VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos: cqbal 2.0**. Viçosa, MG: UFV-DZO-DPI, 2002. 297 p.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N. M.; SAMPAIO, I. B. M.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C. Níveis de proteína em dietas de bovinos : 1. consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n.6, p.1252-1258, jun.1997.

VILELA, H. H.; REZENDE, A.V.; VIEIRA, P. F. ; ANDRADE, G. A. ; EVANGELISTA, A. R. ; ALMEIDA, G. B. de S. Valor nutritivo de silagens de milho colhido em diversos estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n.7, p.1192-1199, jul. 2008.

WATTIAUX, M. **Introduction to silage-making**. Wisconsin: Babcock Institute, 1999.

YOKOYAMA, M.T.; JOHNSON, K. A. Microbiology of the rumen and intestine. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, 1988. p.125-144.

ZAGO, C. P. Híbridos de milho e sorgo para silagem : características agronômicas e nutricionais. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 351-372.

**2 ARTIGO II – AVALIAÇÃO E DIGESTIBILIDADE *IN VITRO*
DA SILAGEM DE HÍBRIDOS DE MILHO DE DIFERENTES
TEXTURAS DE GRÃOS**

(Preparado de acordo com as normas da “Revista Brasileira de Zootecnia”)

**João Fernando Ferreira dos Santos Carvalho¹, Antônio Ricardo
Evangelista², José Cardoso Pinto², Márcio Machado Ladeira²,
Josiane Aparecida de Lima³, Joel Augusto Muniz²**

RESUMO

Na recomendação de um híbrido para a produção de silagem não basta apenas considerar a produção de MS por ha, mas também que a sua silagem apresente boa digestibilidade de seus nutrientes. Na condução deste estudo, objetivou-se avaliar a influência da textura do endosperma do grão de milho sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e a qualidade das silagens produzidas com diferentes híbridos quanto à textura de grãos. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e oito repetições. Os tratamentos foram compostos pelos híbridos BM-3061, BM-2202, BRS-3150, BRS-3003 e AG-1051. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais

(NDT), e DIVMS. Foram retiradas amostras de espigas de cada tratamento para a determinação da densidade de grãos maduros (D). Avaliou-se também a produção de MS por ha para cada híbrido. Os híbridos BM-3061, BRS-3003 e AG-1051 apresentaram os menores teores de FDN e, conseqüentemente, os maiores teores de CNF. Os maiores teores de PB das silagens foram obtidos com os híbridos BRS-3003, 8,17% e BM-2202, 7,75%. Híbridos com grãos dentados proporcionaram maiores teores de NDT e, conseqüentemente, os melhores resultados de DIVMS, sendo o híbrido AG-1051 o de maior valor de DIVMS. A silagem do híbrido BM-3061 obteve maior valor de pH, sendo os valores determinados de todos os tratamentos indicativos de silagens de boa qualidade. Para densidade de grãos, o maior valor foi o do híbrido BRS-3003 e o menor, do híbrido BM-3061. Os híbridos que apresentaram maior densidade de grãos proporcionaram valores inferiores de DIVMS.

Palavras-chave: densidade, endosperma, nutrientes digestíveis totais, produção, *Zea mays*

EVALUATION AND *IN VITRO* DIGESTIBILITY OF CORN HYBRID SILAGES OF DIFFERENT GRAIN TEXTURES

ABSTRACT

In the recommendation of a hybrid for silage production is not enough only to consider DM production per hectare, but also that its silage presents a good digestibility of its nutrients. In conducting this study, it was intended to evaluate the influence of the texture of corn grain endosperm on the *in vitro* digestibility of dry matter (DIVMS) and quality of the silages produced with different hybrids as to grain texture. A completely randomized design with five treatments and eight replicates was utilized. The treatments consisted of hybrids BM-3061, BM-2202, BRS-3150, BRS-3003 and AG-1051. The contents of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), total carbohydrates (CT), non-fiber carbohydrates (CNF) and total digestible detergents (TDN) and DIVMS. Samples of ears from each treatment were removed for determination of the density of ripe grains (D). DM yield per hectare for each hybrid was also evaluated. Hybrids BM-3061, BRS-3003 and AG-1051 presented the lowest contents of NDF and, hence, the highest

contents of CNF. The highest contents of CP of the silages were obtained with hybrids BRS-3003, 8.17% and BM-2202, 7.75%. Hybrids with dent grains provided the highest contents of TDN and, hence, the best results of DIVMS, hybrid AG-1051 being the greatest value of DIVMS. The silage of hybrid BM-3061 obtained the highest value of pH, the values of all the treatments indicative of good quality silages being determined. For grain density, the highest value was that of hybrid BRS-3003 and the lowest, of hybrid BM-3061. The hybrids which presented increased grain density provided lower values of DIVMS.

Key words: density, endosperm, total digestible nutrients, production,

Zea mays

2.1 INTRODUÇÃO

Apesar das elevadas quantidades de concentrado utilizadas nas dietas para a produção de ruminantes de alto potencial genético, a forragem permanece como a principal fonte de alimento, uma vez que, além de fornecer nutrientes, estimula a ruminação e a salivação, importantes para o tamponamento e saúde do rúmen e é, normalmente, de menor custo que os alimentos concentrados.

As variações climáticas, sobretudo, ocasionam estacionalidade na produção de forrageiras durante o ano. É necessário, portanto, que se produza, durante o verão, alimento volumoso de boa qualidade e que possa ser armazenado e conservado para ser fornecido aos animais durante o período de escassez de forragem. Segundo Nussio (1997), a silagem de milho (*Zea mays* L.) é um volumoso que, apesar de ter custo elevado, promove melhor resposta na produção de ruminantes.

Apesar de utilizada como volumoso, o fator mais enfatizado para a avaliação da qualidade de uma silagem de milho é a porcentagem de grãos na MS, tomando por base os trabalhos conduzidos até a década de 1970 (Morrison, 1956; Roth et al., 1970; Daynard & Hunter, 1975). Contudo, não se deve deixar de considerar a qualidade e a quantidade dos demais componentes da planta, para a obtenção de boas cultivares de milho para silagem.

Segundo Van Soest (1994), o amido tem alta digestibilidade e a extensão de sua digestão no rúmen pode ser influenciada pelos seguintes fatores: endosperma (córneo versus farináceo), processamento do grão, nível de ingestão, interação com a proteína, integridade celular e presença de inibidores.

De acordo com Schwars et al. (1996), o valor nutricional diferente entre as partes da planta influencia diretamente a degradabilidade e o valor energético da silagem, em função da participação da espiga, das folhas e dos colmos no material ensilado. Segundo Bal et al. (2000), o valor nutritivo da planta de milho para silagem é afetado por vários fatores, como a quantidade de grãos, o teor de FDN da fração colmo, a digestibilidade da FDN, o teor de amido no grão, a digestibilidade do amido e os teores de óleo e proteína.

Michalet Doreau & Phillipeau (1998) observaram que, no mesmo ponto de maturação, as cultivares de grãos dentados (Dent) apresentaram maior degradabilidade e digestibilidade do que as cultivares de grão duro (Flint). Com a ensilagem, a degradabilidade do grão Flint aumentou, porém, ainda foi significativamente menor que a observada no grão dentado. Os autores mencionam que a baixa degradabilidade do amido do genótipo do milho Flint, observada nos estudos *in situ*, foi causada, provavelmente, pela pequena proporção de fração rapidamente degradável, pela baixa taxa de degradação ou pelo efeito de ambas. A diferença na degradabilidade ruminal do amido poderia estar relacionada

ao conteúdo de endosperma vítreo, que apresentou pequena proporção de endosperma farináceo.

O aumento da degradabilidade ruminal do amido maximiza a capacidade fermentativa do rúmen, aumentando, assim, a síntese de proteína microbiana (Poore et al., 1993; Oliveira et al., 1995; Plascencia & Zinn, 1996) e a produção de ácidos graxos voláteis (AGVs), particularmente o ácido propiônico, o principal precursor gluconeogênico em ruminantes (Theurer et al., 1999).

Desse modo, com a condução do presente trabalho, objetivou-se avaliar a influência da textura do endosperma do grão de milho na digestibilidade *in vitro* das silagens de cinco híbridos de diferentes texturas de grãos.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (DZO/UFLA), situada no município de Lavras, localizado a 21°13'48'' de latitude sul e 44°58'19'' de longitude oeste, a 918 m de altitude. O clima da região é do tipo Cwb (Köppen), com duas estações bem definidas: chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro). A precipitação média anual é de 1.493,2 mm e a

temperatura média anual de 19,3°C, com médias de máxima de 26,0°C e de mínima de 14,6°C (Antunes, 1986).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e oito repetições por tratamento. Os tratamentos foram constituídos pelos híbridos de milho Biomatrix 3061 (BM-3061 – dentado), Biomatrix 2202 (BM-2202 – semidentado), Embrapa BRS-3003 (BRS-3003 – semiduro), Embrapa BRS-3150 (BRS-3150 – semidentado) e Agrocerec 1051 (AG-1051 – dentado). Na Tabela 1 estão relacionadas as principais características de cada híbrido.

Tabela 1 - Características dos híbridos de milho utilizados no experimento

Híbridos	Empresa	Características dos híbridos			
		Tipo de Grão	Ciclo	Porte	Aptidão
BM-3061 ¹	Biomatrix	Dentado Amarelo	Precoce	Alto	Duplo propósito
BM-2202 ¹	Biomatrix	Semidentado Vermelho alaranjado	Precoce	Alto	Duplo propósito
BRS-3003 ²	Embrapa/ Biomatrix	Semiduro Laranja	Precoce	Médio	Duplo propósito
BRS-3150 ²	Embrapa/ Biomatrix	Semidentado Amarelo-alaranjado	Precoce	Baixo	Duplo propósito
AG-1051 ³	Agrocerec	Dentado amarelo	Semi-precoce	Alto	Duplo propósito

¹ - <http://www.biomatrix.com.br/br/produtos.php>

² - <http://www.cnpms.embrapa.br/GuiadeCultivares2008.pdf>

³ - http://www.sementesagrocerec.com.br/milho.asp?produto=ag_1051&h=1140

O preparo da área iniciou-se em setembro de 2006 e foi realizada uma aplicação de herbicida glifosato para controle de plantas daninhas na área. Após as plantas daninhas estarem secas, foi realizada uma gradagem pesada e aplicado calcário em área total. Logo após essa etapa, ocorreu uma gradagem para a incorporação de calcário.

O semeio foi efetuado em outubro de 2006, utilizando-se uma semeadora de quatro linhas, regulada para espaçamento entre linhas de 0,70 m e 4,1 plantas/metro linear, com densidade de 58.630 plantas/ha. Foram utilizados 350 kg/ha da fórmula 08-28-16 (N-P₂O₅-K₂O) na adubação de plantio e, 30 dias após, foi realizada uma adubação de cobertura com 400 kg/ha da fórmula 30-00-10 (N-P₂O₅-K₂O), de acordo com Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999). Os demais tratos culturais e fitossanitários foram efetuados segundo recomendações técnicas para a cultura do milho.

O ponto de colheita dos híbridos foi definido como sendo quando os grãos atingissem 1/2 linha de leite. A colheita foi realizada com o auxílio de uma colhedora de forragem, no final de fevereiro de 2008, retirando-se oito amostras por híbrido, que constituíram as repetições de cada tratamento, e ensiladas nos silos experimentais. Como silos

experimentais foram utilizados tubos de PVC, com 600 mm de comprimento e 100 mm de diâmetro. Em cada silo foram colocados, aproximadamente, 2,8 kg de matéria fresca, correspondendo a uma densidade de 600 kg/m³, proporcionando, desse modo, boa compactação da massa ensilada.

Para a estimativa da produção de MS por ha, foram colhidas quatro amostras aleatórias em cada híbrido, de 5 m lineares cada, e colocadas sobre lona e pesadas em balança tipo dinamômetro, montada em tripé.

Passados 30 dias da ensilagem, os silos foram abertos e as amostras coletadas foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada, a 60°C, por 72 horas, moídas em moinho tipo “Thomas-Willey”, com peneira de crivos de 1 mm de diâmetro, para análises químico-bromatológicas e para o ensaio de digestibilidade *in vitro*.

No momento em que os silos foram abertos, o pH foi determinado com o auxílio de peagâmetro Digimed DM-20, pelo método descrito por Silva & Queiroz (2002).

As análises químicas foram efetuadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO-UFLA. Foram realizadas as determinações de matéria seca (MS) em estufa a 105°C e proteína bruta (PB) pelo método semimicro Kjeldahl, conforme AOAC (1990); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), no equipamento Ankon[®] Fiber Analyser (Ankon Technology Corporation, Fairport, NY), seguindo metodologia de Holden (1999); matéria mineral (MM), em mufla a 600°C; extrato etéreo (EE), pelo método a quente, pela extração com éter de petróleo por 6 horas.

Os valores de carboidratos totais (CT) foram obtidos por diferença, de acordo com a metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), em que $CT\% = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com a metodologia descrita por Hall (2001), em que $CNF\% = 100\% - (FDN\% + PB\% + EE\% + MM\%)$. Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo o NRC (2001), em que $NDT\% = DVCNF + DVVPB + DVFDN + (DVAG \times 2,25) - 7$.

Foram colhidas amostras de espigas de todos os híbridos antes da colheita. A densidade (D) de grãos maduros foi obtida conforme

metodologia proposta por Kniep & Mason (1989), que consiste em colocar uma amostra de 50 grãos em uma proveta de 50 mL e completar o volume com álcool etílico, registrando-se o peso antes e após a complementação do volume.

Para a realização do ensaio de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), foi utilizada uma vaca Jersey, não lactante, não gestante, fistulada no rúmen como doadora de líquido ruminal que foi previamente adaptada à dieta.

O ensaio de digestibilidade *in vitro* foi realizado conforme metodologia descrita por Tilley & Terry (1963).

Os dados obtidos para a composição bromatológica das silagens, a DIVMS, a densidade de grãos e a produção/ha foram analisados estatisticamente pela análise de variância, por meio do software estatístico Sisvar[®] (Ferreira, 2003) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância (Ferreira et al., 1999).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi detectado efeito de híbridos ($P < 0,05$) para FDN, PB, MO, EE, CT, CNF e NDT. Para os teores de MS e FDA, não houve efeito de tratamentos, conforme se podemos observar na Tabela 2.

TABELA 2 - Composição bromatológica das diferentes silagens de híbridos de milho

Teores	Híbridos de milho					Médias (%)	CV (%)
	BRS 3150	BRS 3003	BM 2202	BM 3061	AG-1051		
	%						
MS	30,54a	30,99a	31,72a	33,48a	32,68a	31,88	6,82
	% na MS						
FDN	52,02a	46,95b	52,68a	45,08b	49,17b	49,18	10,79
FDA	35,64a	31,47a	32,35a	32,28a	34,02a	33,15	9,02
PB	7,30b	8,17a	7,75a	7,28b	7,11b	7,52	7,02
MO	96,44b	96,70b	96,91a	97,13a	96,72b	96,78	0,35
EE	1,78b	2,35a	2,30a	2,49a	2,60a	2,30	13,74
CT	87,37a	86,18b	86,87a	87,36a	87,01a	86,96	0,76
CNF	35,35b	39,23a	34,20b	42,28a	37,84a	37,78	14,02
NDT	62,21c	63,94b	64,21b	66,70a	66,51a	64,71	1,87

Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes, não são iguais ($P < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

Não foi detectada diferença para MS, e os teores de todos os híbridos encontravam-se dentro de valores considerados aceitáveis para silagens de milho. Vilela et al. (2008), avaliando o valor nutritivo de silagens de milho colhido em vários estádios de maturação, observaram teores de MS do milho colhido estádio de 1/2 linha de leite situando-se entre 34,1% e 35,2%, para diferentes híbridos, os quais são superiores aos relatados no presente estudo. Esses mesmos autores concluíram que o

fator genético pode ser um dos fatores que interferiram na diferenças observadas para MS.

As silagens de milho colhido nesse estágio de desenvolvimento apresentam grãos nos estádios farináceos e ou farináceos-duros e, assim, obtêm-se maior produção de MS por ha; maior percentual de grãos na MS; maior digestibilidade da matéria seca total; maior densidade energética; teor adequado de açúcares solúveis para a fermentação no silo; boa consistência do material para ser picado; menor perda de efluentes no silo e facilidade de compactação da massa verde no silo (Miranda et al., 2008).

Os teores de MS das silagens de milho observados neste estudo encontram-se acima dos 25% indicados por McDonald et al. (1991) como condição necessária para que as perdas de efluentes dentro do silo sejam minimizadas e, conseqüentemente, ocorra a manutenção dos nutrientes do material ensilado.

Para os teores de FDN, os híbridos BRS-3003, BM-3061 e AG-1051 foram os que apresentaram os menores valores. Isso pode estar ligado às diferenças existentes entre os híbridos para a composição morfológica das plantas. Os teores de FDN observados são menores que

os encontrados por Mittelman et al. (2005), que avaliaram o potencial produtivo de vários híbridos de milho para a produção de silagem e encontraram valores de 52,6% a 57,1% de FDN.

Não foram detectadas diferenças para FDA no presente trabalho. As concentrações de FDA de silagens de milho relatadas na literatura variam de 22,9% a 39,6% (Senger et al., 2005 e Vilela et al., 2008). Fancelli & Dourado Neto (2000) consideraram ideais para silagens de milho valores de FDA em torno de 30%. Portanto, os valores observados neste estudo podem ser considerados bons (a maioria se manteve próximo ao desejável).

Considerando a inversa relação entre consumo e FDN e digestibilidade e FDA (Mertens, 1987), pode-se inferir que a redução dos teores de FDN e FDA, com o acréscimo de grãos à silagem, permitiria maior ingestão de alimentos e maior disponibilidade de energia para os animais.

Os híbridos BRS-3003 e BM-2202 apresentaram-se superiores, em relação aos demais, para os teores de PB. Os valores variaram de 7,11% a 8,17% de PB, estando acima dos citados por Valadares Filho et al. (2002), de 5,78% e 7,26% e semelhantes aos observados por Cruz & Pereira Filho

(2001), de 6% a 9%. De fato, a silagem de milho é considerada um alimento energético e, portanto, com baixos teores de proteína. Quando estes são inferiores a 7%, o consumo e a digestibilidade dos nutrientes são influenciados, segundo Ruiz & Ruiz (1990), por deficiência de nitrogênio no rúmen.

BM-2202 e BM-3061 foram os híbridos cujas silagens apresentaram os maiores teores de MO, mesmo que os valores médios de todos os híbridos tenham se apresentado bem próximos, sendo semelhantes aos que Rosa et al. (2004) encontraram para os híbridos AG-5011 (96,39%), XL-344 (95,45%) e C-806 (95,63%).

Para os teores de EE, os híbridos AG-1051, BM-3061, BRS-3003 e BM-2202 apresentaram 2,60%, 2,49%, 2,35% e 2,30%, respectivamente, superiores a 1,78% do híbrido BRS-3150. Jaremtchuk et al. (2005), avaliando as características agronômicas e a composição químico-bromatológica de vinte genótipos de milho para ensilagem, encontraram valores que variaram de 1,45% a 3,96% de EE, mostrando a grande variação que existe entre diferentes materiais para essa variável.

Os híbridos BRS-3150, BM-2202, BM-3061 e AG-1051 foram os que apresentaram os maiores teores de CT. Esse comportamento já era

esperado, em razão de esses híbridos terem apresentado os menores valores de PB. Para o híbrido BM-2202, foi registrado um valor superior de PB em relação aos outros materiais, porém, esse mesmo híbrido apresenta menor teor de matéria mineral. Mello et al. (2005), avaliando o potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho para silagem, não encontraram diferenças entre os seis híbridos, relatando valores situando-se entre 86,24% e 88,49% de CT, resultados semelhantes ao deste trabalho.

Os CNF constituem uma variável que tem seu valor dependente de diversas outras, podendo, assim, ser afetada por qualquer mudança ocorrida naquelas variáveis. Os híbridos BM-3061, BRS-3003 e AG-1051 foram os que apresentaram os maiores valores, que são perfeitamente aceitáveis, pois estes apresentaram os menores teores de FDN que exercem maior efeito no cálculo dos CNF. Cabral et al. (2004), estudando várias forrageiras, encontraram, para a silagem de milho, 31,27% de CNF, valor inferior aos apresentados no presente estudo.

Os valores de NDT das silagens dos diferentes híbridos podem estar relacionados com a textura dos grãos, já que os híbridos BM-3061 e

AG-1051 apresentam grãos dentados e foram os híbridos que apresentaram os maiores teores de NDT.

Cabral et al. (2002), avaliando as alterações na silagem de milho em função da proporção de grãos, encontraram 56,08%, 63,54%, 69,25%, 75,42% e 81,40% de NDT, para 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de grãos na silagem, respectivamente. Esses autores relatam que existe uma relação inversa entre a proporção de grãos e a concentração de FDN e entre esta última e os índices de qualidade (DIVMS e NDT). Pimentel et al. (1998) relataram valores entre 62,50% e 63,87% de NDT, valores semelhantes aos deste estudo. Segundo Flaresso et al. (2000), uma silagem, para ser considerada de boa qualidade, deve apresentar de 64% a 70% de NDT. Nesse aspecto, apenas os híbridos com grãos do tipo dentado poderiam receber tal qualificação.

Foi observada diferença estatística ($P < 0,05$) entre os tratamentos, para densidade e DIVMS, conforme se observa nos dados da Tabela 3.

TABELA 3 – Valores médios para a densidade (D) dos grãos de milho e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens de híbridos de milho.

Parâmetros	Híbridos de milho					Médias (%)	CV (%)
	BRS 3150	BRS 3003	BM 2202	BM 3061	AG 1051		
Densidade	1,14c	1,19a	1,17b	1,12d	1,15c	1,16	1,20

DIVMS	63,96b	60,96b	60,71b	63,42b	67,53a	63,32	5,76
-------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	------

Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes, não são iguais ($P < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

O híbrido BRS-3003 foi o que apresentou o maior valor de densidade, seguido do híbrido BM-2202. Esses híbridos são classificados, quanto à textura do grão, como semiduro e semidentado, respectivamente.

Pereira (2006), estudando quatro cultivares de milho diferentes quanto à textura do endosperma dos grãos e ao valor protéico, encontrou valores de densidade que variaram de 1,06 a 1,32. Vale ressaltar que os materiais utilizados pelo autor são provenientes do Banco de Germoplasma do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo/Embrapa e que são materiais utilizados para a obtenção de híbridos comerciais. Em função disso foi observada uma variação tão grande entre os tratamentos estudado pelo autor.

Ainda segundo Pereira (2006), o grão de milho é composto, basicamente, de proteínas e amido. Portanto, a quantidade e o arranjo desses componentes no endosperma, assim como a espessura da parede celular, a camada de proteínas entre grânulos de amido, a presença de espaços intercelulares e o grau de compactação desses componentes estão associados com a dureza do grão de milho.

A silagem do híbrido AG-1051 proporcionou o melhor valor de DIVMS em relação aos demais (Tabela 3). Esse resultado pode ser atribuído ao tipo de grão apresentado pelo material. Quando comparada à densidade de grãos, que apresenta alta correlação com a textura de grãos, os melhores resultados para densidade são observados para o híbrido BM-3061, seguido dos híbridos BRS-3150 e AG-1051, indicando que a DIVMS está ligada a demais fatores, como teores de FDA, lignina e participação de grãos na massa ensilada e que a textura de grãos é uma variável que tem uma relação estreita com a DIVMS, mas que deve ser somada às outras na escolha de híbridos de milho para silagem.

Silva et al. (2005) encontraram valores de DIVMS variando de 66,43% a 71,57%, respectivamente, para silagens de milho com 31,04% e 29,63% de MS. Cesarino (2006) registrou valores, para DIVMS, de silagens de milho variando de 49,69%, nas silagens com 30,40% de MS, a 57,47%, nas silagens com 33,97% de MS. Vilela et al. (2008), avaliando características bromatológicas de silagens de milho produzidas com milho em diversos estádios de maturação, encontraram 63,4%, 62,9%, 66,5%, 55,7% e 55,0%, para silagens em estádios de maturação com grãos sem

linha do leite, 1/3 da linha de leite, 1/2 linha de leite, 2/3 de linha de leite e camada negra, respectivamente.

Allen et al. (1997), analisando as silagens de 33 híbridos de milho por dois anos consecutivos, observou que a amplitude dos coeficientes de DIVMS (74% a 80%) e da fibra (41% a 46%) das silagens variou muito pouco, quando comparada com as amplitudes nos teores de FDA (38% a 53%) e da proporção de grãos na MS (22% a 53%). O autor concluiu que, apesar de a proporção de grãos na matéria seca variar amplamente, a digestibilidade da MS se manteve estável, indicando que, além da porcentagem de grãos, outros componentes da planta também desempenhavam papel preponderante sobre a qualidade da forragem ensilada. As diferenças observadas na digestibilidade entre as variedades de milho podem estar relacionadas à proporção de grãos ou de espigas para certos estádios de crescimento da planta e para a composição morfológica, que é muito diferente entre os híbridos.

Foram detectadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os valores de pH e produtividade de MS por ha, conforme apresentado na Tabela 4.

TABELA 4 – Valores de pH e de produtividade MS por ha das silagens dos híbridos de milho

Parâmetros	Híbridos de milho					Médias	CV (%)
	BRS 3150	BRS 3003	BM 2202	BM 3061	AG 1051		
pH	3,76b	3,70c	3,73c	3,85a	3,78b	3,76	1,09
Produção de MS (t/ha)							
MS	18,00b	15,96b	14,03c	18,77a	16,81b	16,71	11,55

Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes, não são iguais ($P < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

O híbrido BM-3061 apresentou o maior valor de pH. Van Soest (1994) relata que, em silagens com alto teor de MS, umidade menor que 65%, o pH se torna uma variável de pouca importância, pois o desenvolvimento dos microrganismos que produzem ácidos é inibido pela deficiência de água e pela alta pressão osmótica.

Os valores observados no presente trabalho encontram-se dentro de uma faixa ideal relatada na literatura para que as silagens sejam classificadas como de excelente qualidade. Rocha et al. (2006), avaliando várias características de silagens produzidas com ou sem inoculantes enzimo-bacterianos, encontraram, para o tratamento controle, valor médio de 3,96, um pouco acima do que o relatado neste estudo. Já Almeida Filho et al. (1999), avaliando 19 cultivares de milho quanto às

características agronômicas e químico-bromatológicas, encontraram valores de pH que variaram de 3,37 a 3,48, menores que os do presente trabalho.

Segundo Ruiz & Ruiz (1990), a acidez atua controlando ou inibindo o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais e também a própria atividade das bactérias produtoras de ácido láctico, que cessam o crescimento e a ação a partir de determinado valor de pH que, para silagens, em geral, fica em torno de 4,0.

O híbrido BM-3061 apresentou a maior produção de MS por ha (Tabela 4). Isso pode ser explicado pelo fato de esse híbrido ter apresentado maior teor de MS (Tabela 2). Embora não diferindo ($P > 0,05$) dos demais híbridos, quando extrapolado para a produção de MS por há, pode ter influenciado essa variável.

Mittelmann et al. (2005) encontraram resultados de produção de MS de 21 híbridos muito semelhantes aos do presente estudo, tendo a variação de produção entre híbridos e localidade sido de 8,7 a 19,2 t/ha. Caetano (2001), avaliando 11 híbridos de milho colhidos em duas alturas de corte, encontrou 10,9 e 14,7 t/ha para as alturas alta e baixa, respectivamente.

A escolha de híbridos apenas pela produção de MS ou de matéria verde (MV) tem que ser revista, uma vez que as proporções de grãos, folhas e colmos, textura de grãos, dentre outras são variáveis, afetam a qualidade final da silagem de milho (Nussio et al., 2001; Gomes, 2002). Entretanto, a produção de forragem por ha, inegavelmente, é uma variável importante para o planejamento da produção de silagem na propriedade.

2.4 CONCLUSÕES

Os valores de composição bromatológica e pH apresentados permitem observar que as silagens produzidas são de boa qualidade. As diferentes texturas de grãos de milho promoveram diferenças nos valores de DIVMS, em que híbridos de grãos dentados apresentaram os melhores valores. Densidade de grãos apresenta correlação com textura de grãos, entretanto, no presente trabalho, os híbridos com menores valores de densidade não foram os de melhores valores na DIVMS.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA FILHO, S. L.; FONSECA, D. M.; GARCIA, R.; OBEID, J. A.; OLIVEIRA, J. S. Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes e da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 28, n.1, p.7-13, jan.1999.

ALLEN, M. S.; OBA, M.; CHOI, B.R. Nutritionist's perspective on corn hybrids for silage. In: **SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK**, 1997, New York. **Proceedings...** New York: [s.n.], 1997.

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.138, p. 9-13, jun.1986. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of analytical chemists**. 15. ed. Arlington, 1990. v.1, 1117 p.

BAL, M. A.; SHAVER, R. D.; SHINNERS, K. J. COORS, J. G. ; LAUER, J. G. ; STRAUB, R. G. ; KOEGEL, R. G. Stage of maturity, processing, and hybrid effects on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage. **Animal Feed Science and Technology**, Ithaca, v. 86, n. 1/2, p. 83-94, July 2000.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T. ;PEREIRA, O.G. ; GONÇALVES VELOSO, R. ; PEREIRA, E. S. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 2332-2339, nov./dez. 2002.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E. ; ZERVOUDAKIS, J. T. ; VELOSO, R. G.; NUNES, P. M. M. Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos para as silagens de milho e de capim-elefante, o feno de capim- Tifton-85 e o farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.33, n.6, p.1573-1580, nov./dez. 2004.

CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem**. 2001. 178 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

CESARINO, R.O. **Milho fertirrigado com dejetos líquidos de suínos para ensilagem**. 2006. 51 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade José Rosário do Vellano, Alfenas.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais : 5ª aproximação.** Viçosa, MG, 1999. 359 p.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Cultivares de milho 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 Milho e Sorgo, 2001. p.11- 37.

DAYNARD, T. B.; HUNTER, R. B. Relationship among whole plant moisture, grain moisture, dry matter yield and quality of whole plant corn silage. **Canadian Journal of Plant Science**, Quebec, v. 55, p.77-85, 1975.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.3.** Lavras: UFLA, 2003.

FERREIRA, D. F.; MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H. Comparações múltiplas em experimentos com grande número de tratamentos: utilização do teste de Scott-Knott. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p.745-752, jul./set.1999.

FLARESSO, J. A. GROSS, C. D. ; ALMEIDA, E. X. de.Cultivares de milho (*Zea mays*,L.) e Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) para ensilagem no alto Vale do Itajaí, Sant a Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p.1608-1615, nov./dez. 2000.

GOMES, S. T. Situação atual e tendências da competitividade de sistemas de produção. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; GOMES, A.T.; LEITE, J.L.B.; MARTINS, M.C.; NOGUEIRA NETTO, V. (Ed.). **O agronegócio do leite e políticas públicas para o seu desenvolvimento sustentável.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2002. p. 67-81.

HALL, M.B. Recent advances in non-NDF carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001.p.139-148.

HOLDEN, L. A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, p.1791-1794, 1999.

JAREMTCHUK, A. R.; JAREMTCHUK, C. C.; BAGLIOLI, B.; MEDRADO, M. T. ; KOZLOWSKI, L. A. ; COSTA, C. ; MADEIRA, H. M.F. Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho(*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 27, n. 2, p.181-188, 2005.

KNIEP, K. R.; MASON, S. C. Kernel breakage and density of normal and opaque-2 maize grain as influenced by irrigation and nitrogen. **Crop Science**, Madison, v. 29, p.158-163, 1989.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340 p.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L.; ROCHA, M. G.; DAVID, D. B. Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n.1,p.79-94, 2005.

MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n.5, p.1548-1558, 1987.

MIRANDA, J. E. C.; RESENDE, H.; VALENTE J.O. **Silagem de milho**. EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Leite, Juiz de Fora. Disponível em: <<http://www.cnpgl.embrapa.br/nova/sala/artigos/artigolinha.php?id=40>>. Acesso em: 13 nov. 2008.

MITTELMANN, A.; SOUZA SOBRINHO, F.; OLIVEIRA, J.S.; FERNANDES, S. B.V.; LAJÚS, C.A.; MIRANDA, M.; ZANATTA, J.C.; MOLETTA, J. L. Avaliação de híbridos comerciais de milho para utilização como silagem na região sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.3, p. 684-690, maio/jun. 2005.

MORRISON, F. B. **Feeds and feeding**. 22. ed. Ithaca: Morrison, 1956.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL . **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, 2001. 381 p.

NUSSIO, L. C. **Avaliação de cultivares de milho (Zea mays L.) para ensilagem através da composição química e digestibilidade “in situ”**. 1997. 58 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1. 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade de Maringá, 2001. p. 127-144.

OLIVEIRA, J. S.; HUBER, J. T.; SIMAS, J. M.; THEURER, C. B.; SWINGLE, R. S. Effect of sorghum grain processing on site and extent of digestion of starch in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 7, p.1318-1327, 1995.

PEREIRA, R.C. **Relação entre características estruturais e bioquímicas e a textura do grão de milho**. 2001. 54p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 2178-2184, 1998.

PIMENTEL, J. J. O.; SILVA, J. F.C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; SANTOS, P. S. Efeito da suplementação protéica no valor nutritivo de silagens de milho e sorgo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5 p.1042-1049, maio 1998.

PLASCENCIA, A.; ZINN, R. A. Influence of flake density on the feeding value of steam- processed corn in diets for lactating cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 2, p.310- 316, 1996.

POORE, M. H.; MOORE, J. A.; ECK, T. P.; THEURER, C. B. Effect of Fiber source and ruminal starch degradability on site and extent of digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, n. 8, p. 2244-2253, 1993.

ROCHA, K. D.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C. OLIVEIRA, A. P. de; PACHECO, L. B. de B. ; CHIZZOTTI, F. H. M. Valor nutritivo de silagens de milho (*Zea mays* L.) produzidas com inoculantes enzimo-bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n. 2, p.389-395, mar./abr. 2006.

ROSA, J. R. P.; SILVA, J.H. S.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; BRONDANI, I. L. ; ALVES FILHO, D. C. ; FREITAS, A. K. de. Avaliação do comportamento agrônômico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 2, p. 302-312, mar./abr. 2004.

ROTH, L. S.; MARTEN, G. C.; COMPTON, W. A.; STUTHMAN, D. D. Genetic Variation of quality traits in maize (*Zea mays*, L.) forage. **Crop Science**, Madison, v.10, p.365-367, 1970.

RUIZ, E. M.; RUIZ, A. Metodologias para investigaciones sobre conservación y utilización de ensilajes. In: INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. Nutricion de ruminantes: guia metodológico de cooperación. San José, 1990. p.179-218.

SCHWARS, F. J.; PEX, E. J.; KIRCHGESSNER, M. Influence of different maize varieties on digestibility and energy content of maize silage by cattle and sheep. **Wirtschaftseigene – Futter**, v. 42, n. 2, p.161-172, 1996.

SENGER, C. C. D.; MÜHLBACH, P. R. F.; SÁNCHEZ, L. M. B.; PERES NETTO, D. ; LIMA, L. D. de. Composição química e digestibilidade “in vitro” de silagem de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.6, p.1393-1399, nov./dez. 2005.

SILVA, A.V. ; PEREIRA, O. G. ; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. de C. ; CECON, P. R.; FERREIRA, C. L. de L. F. Composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de silagens de milho e sorgo tratadas com inoculantes microbianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n.6, p.1881-1890, nov./dez. 2005.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos : métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 166 p.

SNIFFEN, C. J.; O’CONNOR, J. D.; SOEST, P. J. van; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOEST, P. J. van. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

THEURER, C. B.; HUBER, J.T.; DELGADO-ELORDUY, A.; WANDERLEY, R. Invited review : summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, n.10, p.1950-1959, 1999.

TILLEY, W. H.; TERRY, R.A. A two stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v. 8, n.1, p.104- 111, 1963.

VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R.
Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos – cqbal
2.0. Viçosa, MG: UFV-DZO- DPI, 2002. 297 p.

VILELA, H. H.; REZENDE, A.V.; VIEIRA, P. F. ; ANDRADE, G. A. ;
EVANGELISTA, A. R.; ALMEIDA, G. B. de S. Valor nutritivo de
silagens de milho colhido em diversos estádios de maturação. **Revista**
Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 37, n.7, p.1192-1199, jul. 2008.