

**AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO
OBTIDOS POR MEIO DE CRUZAMENTO
ENTRE LINHAGENS COM DIFERENTES
DEGRADABILIDADES DA MATÉRIA SECA**

MARCELO CRUZ MENDES

2006

MARCELO CRUZ MENDES

**AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO OBTIDOS POR MEIO DE
CRUZAMENTO ENTRE LINHAGENS COM DIFERENTES
DEGRADABILIDADES DA MATÉRIA SECA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2006**

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

Mendes, Marcelo Cruz

Avaliação de híbridos de milho obtidos por meio de cruzamento entre
linhagens com diferentes degradabilidades da matéria seca / Marcelo Cruz
Mendes. – Lavras : UFLA, 2006.

57 p. : il.

Orientador: Renzo Garcia Von Pinho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Milho. 2. Melhoramento genético vegetal. 3. Degradabilidade. 4. Matéria
seca. 5. Forragem. 6. Híbrido. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.1523

MARCELO CRUZ MENDES

**AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO OBTIDOS POR MEIO DE
CRUZAMENTO ENTRE LINHAGENS COM DIFERENTES
DEGRADABILIDADES DA MATÉRIA SECA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 10 de março de 2006.

Prof. Dr. Marcos Neves Pereira

UFLA

Prof. Dr. Aداuton Vilela Rezende

UNIFENAS

Prof. Renzo Garcia Von Pinho
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus,

LOUVO E AGRADEÇO

Aos meus pais, Marcelo Araújo Mendes e Terezinha Cruz Mendes.

Aos meus irmãos, Antônio José Mendes e Romualdo Cruz Mendes.

À minha tia e madrinha, Deniz Cruz.

Ao meu padrinho, José Alberto Araújo Pedroso.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela constante presença e amparo em toda a minha vida.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade concedida.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro concedido para a realização do curso.

Ao professor Renzo Garcia Von Pinho, pela amizade, disponibilidade, confiança, conhecimentos transmitidos e pela orientação profissional durante a minha formação como pesquisador.

Ao professor Marcos Neves Pereira, pela amizade, colaboração, pelos ensinamentos transmitidos e pela co-orientação neste trabalho.

Ao doutor Adauton Vilela Rezende, pela disponibilidade em participar da banca de defesa e pelas contribuições apresentadas.

Aos colegas e amigos do Grupo do Milho, Iran, Ramon, André (Zoreia), Tiago (Mococa), José Luiz (Zé), Fabrício (Pira), Fabrício Vilela, Alano (Goianinho), Edmir, Ivan, Fabiano, Tomas, Fábio (Campanha) e Livia, pela amizade e auxílio na condução dos experimentos.

Ao técnico agrícola Márcio Antônio Pereira do Carmo, pela amizade e auxílio na condução dos experimentos.

Aos colegas e amigos do curso de Pós-Graduação, pelo convívio e amizade. Em especial aos amigos Gustavo Melasipo, Martin Gross, André Steola, Carlos Juliano, Antônio Canedo, Cristiane Fortes Gris, Carla Bento da Silva, Fábio Macedo, Paulo Schimdt e André Delly, pela amizade e incentivo.

Aos colegas e amigos de república, Sancho, Noronha, João Ricardo, Junio, Rafael, Guilherme, Fabrício, Maurílio, Paulo e em especial a Márcia Helena, pelo convívio, ajuda e amizade durante esta etapa de minha vida.

Aos amigos de longos tempos, Custódio, Marco Túlio, Diguinho, João Paulo, Glícia, Marcela, Felipe, Dario, Samuel, Tony, Diogo ..., meus sinceros agradecimentos.

A Kírie, pelo apoio, carinho e compreensão.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura (Setor Grandes Culturas), Manguinha, João Pila, Agnaldo, Correia, Alessando e Júlio, pela amizade, ajuda e apoio constante.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal da UFLA, Eliana, Márcio, Zé Virgílio e Suelba.

Aos meus pais, irmãos, tios, cunhadas e sobrinhos, que sempre me acolheram e me apoiaram, com muito carinho e dedicação, meu sincero reconhecimento e agradecimento.

A todos que, direta ou indiretamente, deram sua parcela de contribuição para que este trabalho se realizasse.

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Produção de silagem de milho	3
2.2 Escolha de cultivares para silagem	6
2.3 Avaliação da qualidade da silagem.....	10
2.4 Melhoramento do milho para a produção de silagem.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Instalação e condução do experimento	18
3.2 Características agronômicas avaliadas.....	21
3.3 Colheita da forragem e análises bromatológicas.....	22
3.4 Determinação da degradabilidade <i>in situ</i>	23
3.5 Análise estatística	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 Características agronômicas	27
4.2 Características bromatológicas	32
4.3 Parâmetros cinéticos de degradabilidade efetiva da matéria seca.....	36
4.4 Correlações entre características	42
5 CONCLUSÕES	46
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXOS	55

RESUMO

MENDES, Marcelo Cruz. **Avaliação de híbridos de milho obtidos por meio de cruzamento entre linhagens com diferentes degradabilidades da matéria seca.** 2006. 57 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

Na recomendação de um híbrido para a produção de silagem, não basta apenas que ele tenha boa produção de matéria seca, é necessário também que a silagem apresente alta degradabilidade efetiva (DEF) da matéria seca da planta inteira. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características agronômicas, bromatológicas e de degradabilidade ruminal da matéria seca de híbridos comerciais de milho recomendados para a produção de silagem e de híbridos experimentais provenientes do cruzamento entre linhagens de alta e baixa degradabilidade. Foi avaliado o desempenho de 23 híbridos de milho, sendo dezoito híbridos experimentais e cinco comerciais, indicados para silagem. O experimento foi instalado no ano agrícola 2003/2004, com delineamento DBC, com três repetições e a parcela experimental foi constituída de quatro linhas de 5,0 metros. As plantas foram colhidas a 20 cm do solo, no estágio da linha de leite na metade do grão (farináceo/duro). As silagens foram incubadas *in situ* por 0, 6, 12, 24 e 96 horas, no rúmen de três vacas fistuladas e a degradabilidade efetiva foi calculada assumindo taxa de passagem de -0,05%/h. Foi observado que entre as cultivares avaliadas, há híbridos com grande potencial para a produção de silagem de qualidade que apresentam alta degradabilidade da matéria seca de planta inteira (DEF), independente da textura do grão; é correto o uso da estratégia de sintetizar híbridos visando a alta degradabilidade efetiva da matéria seca da planta inteira (DEF) utilizando linhagens que apresentam alta DEF e a baixa correlação da degradabilidade efetiva com características agronômicas e bromatológicas, evidencia a necessidade de maior utilização da DEF na seleção de híbridos de milho, visando à produção de silagem de qualidade.

* Comitê de orientação: Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho – UFLA (Orientador)

ABSTRACT

MENDES, Marcelo Cruz. **Performance of corn hybrids obtained from lines crossing with different dry matter degradabilities**. 2006. 57 p. Dissertation (Master of Sciences in Crop Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

It is not enough to have high dry matter yield to recommend corn hybrids for silage. It is also necessary that the silage presents high effective matter degradation (DEF) of the whole plant. This work had the objective of evaluating agronomic, bromatologic, and rumen degradability of commercial corn hybrids dry matter, recommended for silage production, and experimental corn hybrids from crossing among lines of high and low degradability. It was evaluated the performance of eighteen experimental corn hybrids and five commercial hybrids recommend for silage production. The experiment was established in 2003/2004 crop season in a randomized block design with three replications. The experimental plot was constituted of four rows of 5.0 meters long. Corn plants were harvested at 20 cm from soil level at milk line at half grain stage. The silages were incubated *in situ* for 0, 6, 12, 24 and 96 hours in the rumen of three fistulated cows and effective degradability was calculated based on 0.05%/h of passage rate. It was observed that there were corn hybrids among cultivars, that preent with high potential for good silage production high effective matter degradation (DEF) of the whole plant independently of grain texture; the strategy of synthesizing hybrids aiming high dry matter effective degradability based on lines with high DEF is correct; the low correlation between effective degradability with a agronomic, and bromatologic characteristics indicate the necessity of better use DEF to select corn hybrids aiming high quality of silage production.

* Guidance Committee: Renzo Garcia Von Pinho – UFLA (Major Professor)

1 INTRODUÇÃO

A melhoria da qualidade da forragem é uma estratégia para reduzir o uso de alimentos concentrados na produção de leite. Entretanto, a produção por área também tem que ser considerada para que a atividade leiteira seja competitiva em regiões com disponibilidade de outras opções agrícolas. O milho é sem dúvida uma das melhores opções para este processo, pois apresenta alta capacidade de produção de matéria seca por unidade de área com alto conteúdo energético por unidade de matéria seca.

Com relação ao desenvolvimento de cultivares para a produção de silagem, vale destacar que, a maioria dos programas de melhoramento conduzidos no país não dá muita ênfase a este aspecto. Na maioria das vezes, os melhores híbridos destinados à produção de grãos, são também recomendados para a produção de silagem. Na literatura há relatos de que nem sempre as melhores cultivares para a produção de grãos são as de melhor digestibilidade da planta inteira (Coors et al., 1994; Coors, 1996; Oliveira et al., 1997).

Um dos mais importantes fatores que afetam a qualidade da silagem é a degradabilidade da matéria seca. Atualmente, esta característica vem sendo considerada, pois ela permite uma indicação mais segura sobre o valor nutricional da cultivar de milho a ser ensilada. Trabalhos têm demonstrado a relação entre a digestibilidade da silagem e o desempenho animal (Barrière et al., 1991; Hunt et al., 1992b; Mahanna, 1994), indicando que híbridos de milho mais digestíveis resultam em uma melhora na eficiência da alimentação e, conseqüentemente, em um melhor desempenho dos animais. Assim, a ênfase nos programas visando à obtenção de híbridos deve ser direcionada à obtenção de cultivares com maior digestibilidade da silagem.

Um dos métodos utilizados para a avaliação da digestibilidade da silagem é a degradabilidade *in situ* da matéria seca, que avalia a degradação

potencial e efetiva da forragem. Esse método tem como principal vantagem processar simultaneamente um grande número de amostras e já foi destacado por pesquisadores em outros trabalhos (Oliveira et al., 1999; Corrêa, 2001; Gomes, 2003; Pereira et al., 2004).

A melhor estratégia para o desenvolvimento de híbridos de milho para a produção de silagem é por meio do cruzamento de genitores que possuem alta degradabilidade *in situ* da matéria seca de suas silagens (Gomes, 2003).

O objetivo deste trabalho foi avaliar características agronômicas, bromatológicas e de degradabilidade ruminal da matéria seca de híbridos comerciais de milho recomendados para a produção de silagem e de híbridos experimentais provenientes do cruzamento entre linhagens de alta e baixa degradabilidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Produção de silagem de milho

A silagem é o produto resultante de um processo específico de anaerobiose por acidificação de material verde de espécies forrageiras e armazenado em estruturas denominadas silos. Por meio de microrganismos presentes na própria planta, ocorre o processo chamado de fermentação, que nada mais é que a conversão de carboidratos em ácidos orgânicos, desde que haja condições adequadas de meio. O processo de fermentação é inibido pelos níveis de ácidos ou pH e a forragem estabiliza-se e, como silagem, é preservada enquanto permanecer a condição de ausência de oxigênio no silo (Vilela, 1995).

A área semeada com milho no Brasil, visando à produção de silagem, é de, aproximadamente, 10% da área total, ou seja, cerca de 1,2 a 1,3 milhão de hectares (Silva, 2002). O uso da silagem é bastante difundido no país, visto ser a forma mais adequada para a conservação de alimentos produzidos na estação favorável de desenvolvimento das principais espécies vegetais empregadas na alimentação animal. Se for devidamente preparada, a silagem pode apresentar valor alimentício equivalente ao que existia no material verde original e o seu emprego, além de resultar em melhor desempenho dos animais, reduz o gasto com concentrados.

Durante o período de chuvas, em várias regiões do Brasil, as plantas forrageiras apresentam uma produção de, aproximadamente, 80% do total de matéria seca produzida no ano (Valente, 1991). Na estação de seca ocorre uma drástica redução na disponibilidade e também na qualidade da matéria seca produzida. Então, para que se consiga constância na quantidade e na qualidade dos alimentos destinados aos animais, há a necessidade do armazenamento de forragem. Essa necessidade foi observada primeiramente nos países de clima

frio, com períodos de inverno rigoroso, onde a produção de silagem foi e ainda continua sendo indispensável para a sobrevivência dos animais. No Brasil, a silagem é utilizada tanto para fazer a suplementação das pastagens na estação seca como para ser o principal volumoso, disponibilizado durante todo o ano para animais criados em sistemas intensivos (Correa, 2001).

Com relação aos sistemas intensivos de produção de leite e de carne, estes são baseados na maximização da expressão do potencial genético dos bovinos. Conseqüentemente, para aproveitar todo o potencial genético dos animais, existe a necessidade de utilizar alimentos que possuam alta qualidade (Nogueira, 1995).

O milho vem sendo tradicionalmente utilizado como uma ótima opção para a alimentação de ruminantes, pois apresenta vários atributos que justificam sua ampla utilização como planta forrageira. Dentre esses atributos, apresenta período de semeadura relativamente longo, possibilidade de colheita para grão ou silagem, alta produção de matéria seca por hectare em baixa frequência de cortes, possibilidade de colheita sem perda significativa de folhas, bom padrão de fermentação no silo devido ao teor de matéria seca em torno de 30% a 35%, alta concentração de carboidratos não fibrosos e baixo poder tamponante, alto conteúdo energético devido ao alto teor de amido e facilidade de mecanização na ensilagem (Nussio, 1991; Peck, 1998).

Embora a cultura do milho ainda seja fonte importante de forragem, a busca de maior eficiência e economia na alimentação animal tem contribuído para maior atenção aos aspectos qualitativos da forragem utilizada (Fancelli & Dourado Neto, 2000). De acordo com Nussio (1990), estima-se, que nos últimos 35 anos, 20% do aumento da produção de leite nos Estados Unidos tenham sido obtidos pelo uso de forragem de melhor qualidade.

A produtividade e a qualidade do milho destinado à produção de forragem não se devem, exclusivamente, à cultivar utilizada. Fatores ambientais,

bem como algumas práticas de manejo, também podem influenciar no resultado final. Dentre algumas práticas realizadas podem-se destacar: (i) época de semeadura, (ii) ponto adequado de colheita, (iii) tamanho das partículas, (iv) compactação e vedação do silo, (v) forma, velocidade e eficiência de enchimento do silo, (vi) altura de corte das plantas e (vii) uso de aditivos (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

O estágio de maturação da forragem também determina a sua qualidade (Jonhson et al.; 1999). Segundo Bal et al.(1997) com o avanço da maturidade, a degradabilidade de frações como fibra e amido diminuem, sendo a melhor época de colheita em torno da metade da linha de leite. De acordo com Von Pinho & Vasconcelos (2003), nesse momento, a planta está com 96 a 120 dias após a semeadura e apresenta teor de MS que pode estar variando entre 30% e 40%. Com a maturação da planta, na formação da camada negra, ocorre aumento da vitriosidade do grão e diminuição da degradação ruminal *in situ* do amido (Pereira et al., 2004; Taylor & Allen, 2005).

A colheita, quando efetuada com teores de matéria seca acima de 37%, não é recomendável, pois as folhas encontram-se mais secas, acarretando maiores perdas durante o corte, além de dificultar a compactação e a eliminação do ar da massa do silo (Nússio, 1990). Por outro lado, quando o corte é efetuado com teores de matéria seca abaixo de 33%, a planta apresenta ainda muita umidade para ser ensilada. Como conseqüências, podem-se destacar: baixo nível energético, fermentação indesejável nos silos e grandes perdas de nutrientes nos efluentes. Ocorre também intensa formação de ácido butírico, que é um composto que altera negativamente a palatabilidade da silagem (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

Também com o intuito de obter silagem de melhor qualidade, uma prática que vem sendo estudada e já utilizada por alguns agricultores é o aumento da altura de corte das plantas a serem ensiladas. A razão para tal prática

é aumentar a participação de grãos na matéria seca total, aumentando, conseqüentemente, o conteúdo energético da silagem. Flachowsky et al. (1992) avaliaram a fibra e a degradabilidade *in situ* em duas variedades de milho em várias alturas de corte das plantas e concluíram que o corte mais alto da planta de milho pode aumentar a degradabilidade da silagem. Vasconcelos (2004), avaliando seis cultivares de sorgo e duas de milho, constatou que a elevação da altura de corte reduziu a participação de colmo na matéria seca total da planta e o percentual de FDA, não influenciando, entretanto, características importantes como o percentual de FDN e a degradabilidade da matéria seca.

2.2 Escolha de cultivares para silagem

As cultivares destinadas à forragem devem apresentar elevada produção de matéria seca, ser ricos em carboidratos solúveis, produzir silagem de bom valor nutritivo e permitir a maximização do consumo pelos animais (Roth & Undersander, 1995). Para isso, a escolha da cultivar de milho para a produção de silagem é, geralmente, feita com base em características agronômicas, como boa arquitetura foliar, manutenção das folhas e colmos verdes no final do ciclo (“stay green”), alta produtividade de grãos, alta produção de matéria seca por hectare, alta relação grãos/massa seca, resistência a pragas e doenças, adaptação às condições edafoclimáticas, resistência ao acamamento e quebraimento do colmo e ciclo vegetativo compatível com o manejo de corte da planta para ensilar (Peck, 1998).

Por se tratar de um alimento utilizado como forragem, dentre as características citadas anteriormente, para alguns produtores ainda prevalece a opinião de que as melhores cultivares de milho para silagem são aquelas que apresentam maior produtividade de matéria seca. Para a produtividade de matéria seca, os valores encontrados por esses autores variaram de 8 a 23 t ha⁻¹.

Quanto à produtividade de matéria verde e matéria seca em pesquisas desenvolvidas no estado de Minas Gerais, foram verificadas produtividades de matéria verde variando de 27 t ha⁻¹ a 70 t ha⁻¹ (Monteiro, 1998; Fonseca, 2000; Villela, 2001).

Outros autores afirmam que a utilização de cultivares de porte baixo pode ser mais conveniente para a produção de forragem porque, além de oferecer maior resistência ao acamamento, o que facilita o corte mecânico, pode ainda, suportar um maior número de plantas por unidade de área, podendo levar a uma maior produção de matéria seca por hectare (Alessi & Power, 1974).

Por outro lado, alguns trabalhos demonstram que há diferenças significativas quanto à produção de matéria seca e na participação das espigas na matéria seca total entre cultivares de milho. Maior produção de matéria seca foi encontrada para cultivares de maior porte (Gomide et al., 1987; Silva et al., 1999).

A escolha da cultivar deve ter como princípio básico a obtenção de uma produção de matéria seca de boa qualidade, podendo esta ser dependente da participação da espiga e dos grãos na matéria seca total da planta e da produtividade de grãos (Nussio, 1997).

Outro critério que deve ser levado em conta é o fornecimento de uma fibra adequada para otimizar a fermentação ruminal, visto que, a fibra pode causar um maior enchimento do rúmen frente a outros componentes nutricionais da dieta. Este efeito de enchimento da dieta, muitas das vezes, limita o consumo de energia pelas vacas em lactação.

A resposta no consumo de forragens com maior digestibilidade da FDN depende tanto de fatores da dieta como do animal, sendo a resposta maior em animais com altas exigências de energia e dietas com menos energia (Allen, 2000).

Embora tenha sido constatado que o ambiente de cultivo seja o fator que mais afeta a digestibilidade da FDN da silagem de milho, há efeitos consistentes dos híbridos (Allen et al., 2003).

A maioria das cultivares de milho utilizadas para a produção de silagem no Brasil é material adaptado, principalmente devido à sua alta produtividade de grãos. O principal argumento é de que as cultivares de milho com maior produção de grãos são as que contribuem para a melhor qualidade da silagem. Segundo Silva (1997), isso ocorre devido ao grande número de trabalhos desenvolvidos até a década de 1970, os quais demonstraram que os grãos de milho são mais digestíveis do que as folhas e a haste da planta, sendo assim, aumentando a sua proporção na silagem, aumentaria a qualidade da forragem.

Vale lembrar que essa concentração de MS dos grãos de milho em relação à da planta como um todo pode variar em até 10 unidades percentuais para a forragem de milho colhida com 35% de MS na planta inteira (Allen et al., 2003).

O grão de milho é composto por endosperma, embrião e pericarpo. A camada mais externa do endosperma é chamada aleurona e, em seguida, vem o endosperma periférico (camada sub-aleurona). Mais internamente, encontra-se o endosperma vítreo e o mais interno, o endosperma farináceo (Kotarski et al., 1991).

Considerando a importância do endosperma sobre o valor econômico e nutricional da planta de milho, é comum classificar-se a planta de milho em função das características desse componente do grão. A proporção de endosperma vítreo e farináceo é o principal fator de definição da textura do grão (Shull et al., 1990).

Quanto à textura, os grãos de milho são classificados em amiláceo ou farináceo (“floury”), dentado (“dent”), duro ou cristalino (“flint”), pipoca (“pop corn”), doce (“sweet”) e ceroso (“waxy”). O milho dentado possui endosperma

duro nos lados e farináceo, no centro do grão. Ao secar, o amido mole reduz o seu volume mais do que as camadas duras a assim se origina a indentação, pelo enrugamento do endosperma livre de camadas córneas neste local. O milho duro (“flint”) apresenta um endosperma duro ou cristalino que ocupa quase todo o seu volume, sendo a proporção farinácea muito reduzida. O milho pipoca apresenta as camadas externas do endosperma extremamente duras. No centro do grão, encontram-se espaços cheios de ar entre os grãos de amido. O milho do tipo doce apresenta endosperma com conversão reduzida de açúcar em amido, conferindo ao milho propriedade desejável ao enlatamento e consumo verde “in natura”. No milho ceroso, o amido está presente inteiramente na forma de amilopectina. O caráter ceroso é monogênico controlado pelo genes wx. Ele é assim chamado por colorir-se com iodo, não de azul-preto como o amido, mas sim de vermelho, apresentando os grãos uma opacidade semelhante à cera (Fornasieri Filho, 1992).

Quanto à composição das frações da planta de milho, alguns trabalhos foram desenvolvidos para identificar a variação existente entre essas frações e a possível influência dela na qualidade da planta de milho (Almeida Filho, 1996; Mahanna, 1996; Oliveira et al., 1997; Nussio & Manzano, 1999; Ballard et al., 2001; Thomas et al., 2001; Caetano, 2001). Nesses trabalhos, as porcentagens de grãos, espigas, colmo, folhas e sabugo variaram de 26% a 51%, 45% a 58%, 24% a 36%, 11% a 14% e 7% a 11%, respectivamente. Existe grande variação entre as cultivares de milho quanto às frações da planta, como também podem ocorrer variações dentro de uma mesma cultivar devido a fatores como clima, fertilidade, adubação, momento do corte para ensilagem, ou seja, devido ao efeito do ambiente.

Ainda em relação aos trabalhos citados, constatou-se também que a fração grãos representa grande parte da planta de milho, fato que motivou a indicação de materiais mais produtivos como mais promissores para a produção

de silagem, devido à maior digestibilidade dos grãos. Entretanto, quando avaliada a fração planta menos grãos, observou-se que ela chegou a representar 74%, evidenciando a importância de se trabalhar essa fração.

Assim, a escolha de cultivares de milho para a produção de silagem com base somente na produção total de matéria seca e ou de grãos não é um procedimento correto. Dever-se-ia avaliar a qualidade nutricional da forragem, a qual pode ser realizada por meio de características químicas e da digestibilidade dos materiais. Entretanto, o reduzido número de informações sobre os resultados de avaliação da qualidade nutricional da forragem das cultivares disponíveis no mercado, aliado à pequena importância dada à maioria dos programas de melhoramento visando ao desenvolvimento de cultivares específicas para a produção de silagem, limitam a escolha das cultivares com base em sua qualidade nutricional.

Com isso, na produção de silagem de milho ou de sorgo de boa qualidade, deve-se considerar não somente o percentual de grãos na massa ensilada, mas também os demais componentes da planta como um todo. Objetiva-se, com isso, à obtenção de produto final de qualidade, o que proporcionará melhor resposta animal nos diversos sistemas de produção, sejam de leite ou de carne, bem como sua viabilidade econômica.

2.3 Avaliação da qualidade da silagem

Uma avaliação prática da qualidade da silagem pode ser obtida por uma inspeção cuidadosa do cheiro, da cor e da textura da silagem (Vilela, 1995). No entanto, a única forma de conhecê-la de maneira precisa é por determinação da digestibilidade. A qualidade da silagem de uma cultivar pode ser estimada também pela composição bromatológica e potencial energético (nutrientes digestíveis totais, NDT).

Os principais parâmetros empregados para a avaliação da composição químico-bromatológica são a porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN), a porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA), cinzas, extrato etéreo, proteína e carboidratos não fibrosos (CNF) por diferença (Nússio, 1990; Coors et al., 1994). Dentre estas características, a porcentagem de fibra em detergente neutro e a porcentagem de fibra em detergente ácido, por se referirem à fibra, servem também de indicativo da digestibilidade dos materiais.

A porcentagem de FDN é uma estimativa da porcentagem de parede celular e é determinada pela digestão da forragem em solução de detergente neutro que solubiliza o conteúdo celular. A fração FDN contém, majoritariamente, celulose, hemicelulose e lignina. A porcentagem de FDA é uma estimativa de fibra pouco digestível, sendo determinada pela digestão da forragem em detergente ácido que solubiliza o conteúdo celular e a hemicelulose. Assim, a fração FDA contém, majoritariamente, celulose e lignina (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

A digestibilidade é a fração do alimento degradada no trato digestivo. A fração indigestível é excretada principalmente sob a forma de fezes. Pode-se determinar a digestibilidade da dieta total (digestibilidade da matéria seca) e de frações da dieta ou nutrientes isolados (digestibilidade da matéria orgânica, FDA, FDN, proteína, minerais, aminoácidos, etc.), havendo alguns métodos para sua avaliação, tais como digestibilidade *in vivo*, digestibilidade *in vitro* e digestibilidade *in situ* (Mahanna, 1994).

A digestibilidade *in vivo* é determinada diretamente com animais, para os quais se fornece uma dieta conhecida e se pesam ou estimam os dejetos, calculando-se a porcentagem digerida por diferença entre o ingerido e o excretado pelo animal. Já a digestibilidade *in vitro* é realizada em laboratório e simula a digestibilidade *in vivo*, avaliando a digestibilidade aparente da forragem. Tem alta correlação com a digestibilidade *in vivo* (Mahanna, 1994).

No entanto, são análises caras e demoradas, tornando difícil a sua utilização quando se tem um grande número de amostras (Oliveira et al., 1999).

A digestibilidade *in situ* estima a digestibilidade utilizando animais fistulados, incubando-se amostra do alimento, em pequenos sacos de poliéster, diretamente no rúmen do animal. Possui alta correlação com a digestibilidade *in vivo* (Hunt et al., 1992a), sendo comum o uso da nomenclatura de degradabilidade *in situ*. Avalia a degradação potencial e efetiva da forragem. Esse método tem como principal vantagem processar simultaneamente um grande número de amostras (Oliveira et al., 1999). Hunt et al. (1992a) utilizaram 24 horas como o tempo de permanência pelo fato de ser esse o tempo médio que o alimento permanece no rúmen de uma vaca, produzindo 20 kg de leite por dia. Como a degradabilidade é uma das mais importantes características de uma forragem de qualidade, a proporção de matéria seca degradável no rúmen é uma informação muito útil e que pode ser utilizada para a escolha de uma cultivar de milho para silagem (Oliveira et al., 1999).

Diversos trabalhos demonstraram a relação entre a digestibilidade da silagem e o desempenho animal (Hunt et al., 1992b; Mahanna, 1994). Todos indicam que híbridos de milho mais digestíveis resultam em uma melhora na eficiência da alimentação e, conseqüentemente, um melhor desempenho dos animais. Mahanna (1994) relatou que pesquisas feitas pela empresa Pioneer, dos Estados Unidos, encontraram dois híbridos com produção semelhante de forragem, diferindo 15% quanto à digestibilidade. Quando essas silagens foram oferecidas a bovinos em crescimento, compondo 65% da dieta, o híbrido mais digestível resultou em uma melhora de 11% na eficiência da alimentação e um ganho médio diário 7% maior.

2.4 Melhoramento do milho para a produção de silagem

O objetivo da pesquisa para a produção de forragem de milho era voltada apenas para a produção de matéria verde (Silva, 2002). Assim, dava-se preferência a cultivares de porte alto e alta densidade de plantio. Com o avanço tecnológico, os pesquisadores passaram a considerar que a maior participação de grãos na silagem era de suma importância, já que o grão é a parte mais digestível da planta, passando a recomendar para silagem as melhores cultivares para a produção de grãos.

Atualmente, o conceito de que a maior quantidade de grãos na silagem é que determina a sua qualidade já não expressa a mesma certeza, ressaltando-se que é extremamente importante a determinação da qualidade da planta inteira.

O que se observa nas pesquisas com milho para a produção de silagem é que tanto para características agrônomicas como para características bromatológicas existem relatos na literatura de ampla variabilidade genética, o que possibilita antever a possibilidade de obtenção de ganhos com a seleção (Aleen et al., 1991; Wolf et al., 1993; Ferret et al., 1997; Fonseca, 2000; Villela, 2001). Gomes (2003) observou a presença de variabilidade genética, em grupos de linhagens para caracteres relacionados à produtividade e à qualidade da silagem. Com relação à porcentagem de fibra em detergente ácido e neutro (FDA e FDN), existe potencial para a seleção de cultivares com baixos valores e para alta digestibilidade destas frações (Allen et al., 1991; Carter et al., 1991; Coors et al., 1994; Coors, 1996).

Uma alternativa para conseguir uma redução do conteúdo de fibra na silagem de milho é a utilização de alelos mutantes, conhecidos como “brown midrid”, os quais contribuem para melhorar a digestibilidade da FDN (Cherney et al., 1991). Segundo Barriere et al., (1993), existem quatro grupos de “brown

midrid” (bm₁, bm₂, bm₃, bm₄), dos quais, o bm₃, parece ser o mais eficiente em reduzir o conteúdo de lignina, com redução média de 45%.

Em relação ao efeito da qualidade dos grãos na digestibilidade da silagem, existem trabalhos (Barrière et al., 1987, Barrière et al., 1991) evidenciando a existência de variabilidade genética para a qualidade do amido na silagem de milho. O amido de cultivares de milho com grão do tipo flint foi menos digestível e aproximadamente 10% menos degradável no rúmen do que o amido de grãos dentados, e a velocidade da fração degradável foi 50% menor (Michalet-Doreau & Champion, 1996). Isso mostra a possibilidade de obtenção de sucesso para a seleção, para a qualidade do amido do grão na silagem.

Um aspecto importante na seleção de materiais para a produção de forragem é o conhecimento da relação existente entre as características agronômicas e as características para a avaliação do valor nutricional da forragem. Características altamente associadas permitem a seleção baseada naquela de mais fácil avaliação, permitindo um ganho semelhante na outra característica. Estudos sobre a correlação entre estas características já foram realizados e são relatados por vários autores (Fonseca, 2000; Villela, 2001).

A cultivar ideal de milho para a produção de silagem é aquela que associa alta produtividade e qualidade da matéria seca produzida. Allen et al. (1991) e Fonseca (2000) observaram que a associação entre estas características, apesar de ser levemente negativa, não é alta, permitindo antever a possibilidade de seleção de materiais de alta qualidade nutricional sem penalizar parâmetros agronômicos.

O melhoramento de milho visando a produção de silagem é favorecido quando, o desempenho médio dos híbridos para a característica de interesse é superior ao das linhagens que os originaram. Gomes (2003) verificou por meio de análise dialélica envolvendo híbridos obtidos a partir do cruzamento de linhagens de alta e baixa degradabilidade, diferenças significativas para a

heterose média dos híbridos em relação a seus parentais, indicando que a DISMS dos híbridos foram superiores a DISMS das linhagens e que os desvios de dominância são predominantes no sentido de aumentar a degradabilidade.

Embora o melhoramento visando o desenvolvimento de cultivares para a produção de forragem seja bastante complexo, uma opção para o melhorista é realizar sucessivos ciclos de seleção, seguido da recombinação, denominado de seleção recorrente, cujo objetivo principal é aumentar a frequência dos alelos favoráveis das características consideradas (Paterniani & Miranda Filho, 1987; Hallauer, 1992).

Nos programas de melhoramento de milho visando o desenvolvimento de híbridos, é comum realizar seleção para alguns caracteres durante o processo de obtenção de linhagens, visando à redução do trabalho durante o desenvolvimento de híbridos e possibilitando a avaliação de um grande número de genótipos potencialmente superiores. Entretanto, a relação entre a digestibilidade de linhagens de milho e seus híbridos foi muito pouco estudada. Gurrath et al. (1991), em um dialelo parcial utilizando 12 linhagens, encontraram correlações significativas entre o desempenho “per se” das linhagens e a performance média de seus cruzamentos para a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, fibra e conteúdo de lignina. Dolstra et al. (1993), usando o valor médio dos parentais para prever a performance dos híbridos, verificaram que a digestibilidade da parede celular do colmo pode ser avaliada ao nível de linhagem.

Gomes (2003) verificou desempenho semelhante de híbridos e linhagens para a degradabilidade de linhagens em dois anos agrícolas. Em princípio, isto mostra que o caráter é pouco influenciado pelo ambiente e também que o efeito da interação genótipos por ambiente é de pequena magnitude.

Wolf et al. (1993a) e Argillier et al. (2000) verificaram que a eficiência da predição da performance do híbrido pelo valor médio dos parentais, bem

como a boa relação entre o desempenho “per se” das linhagens e as estimativas da capacidade geral de combinação para características relacionadas à digestibilidade, principalmente a digestibilidade da fibra, indicam a possibilidade de os melhoristas de milho aumentarem a digestibilidade da forragem desta cultura já no processo de seleção das linhagens.

O melhor parâmetro para se fazer qualquer inferência sobre o sucesso com a seleção para um determinado caráter, é a herdabilidade (h^2). Em seu trabalho, Gomes (2003) obteve para a degradabilidade *in situ* da matéria seca estimativa de h^2 de 80,37%. Esse resultado comprova a existência de variação genética para esse carácter a pequena influência do ambiente na manifestação dessa característica e a possibilidade de êxito no processo de seleção.

Argillier et al. (2000) evidenciaram um indicativo da predominância de efeitos gênicos aditivos no controle genético da digestibilidade. Os mesmos avaliaram um dialelo parcial 9 x 6, juntamente com as 15 linhagens parentais em três locais, por dois anos, na França, para as características de digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da parede celular e fibra em detergente neutro, entre outras. A capacidade geral de combinação das linhagens foi a mais importante fonte de variação para todas as fontes de variação e para todas as características.

Gomes (2003) verificou a predominância de efeitos aditivos para a herança da digestibilidade *in situ* da matéria seca da silagem de milho. Segundo este mesmo autor, a melhor estratégia de melhoramento para a produção de híbridos de milho destinados à silagem é por meio do cruzamento de genótipos que possuam alta DISMS de suas silagem e boa capacidade combinatória.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A partir da avaliação da degradabilidade *in situ* de 36 linhagens tomadas ao acaso e oriundas do programa de melhoramento da empresa Geneseeds - Recursos Genéticos em Milho Ltda., foi feita uma seleção de linhagens com base nos resultados da degradabilidade no tempo de 24 horas de incubação (Gomes, 2003). Neste trabalho, foram selecionadas doze linhagens, sendo seis de maior (Grupo 1) e seis de menor degradabilidade (Grupo 2) (Tabela 1).

A partir das linhagens selecionadas, realizou-se um cruzamento em esquema de dialelo parcial, obtendo-se 36 híbridos, que foram avaliados no ano agrícola 2001/2002, juntamente com suas linhagens parentais.

TABELA 1. Características das linhagens selecionadas por Gomes (2003). UFLA, Lavras, MG, 2006.

	Linhagem	Ciclo	Tipo de grão	Cor do grão	DISMS 24H (%)
Grupo 1	GNS 019	Precoce	Semidentado	Alaranjado	55,4
	GNS 041	Normal	Semiduro	Alaranjado	55,2
	GNS 057	Precoce	Semidentado	Amarelo	53,8
	GNS 063	Precoce	Duro	Alaranjado	53,8
	GNS 066	Precoce	Duro	Alaranjado	55,8
	GNS 076	Precoce	Duro	Alaranjado	53,6
Grupo 2	GNS 029	Normal	Semiduro	Alaranjado	48,9
	GNS 030	Precoce	Duro	Alaranjado	44,7
	GNS 042	Precoce	Semiduro	Alaranjado	45,6
	GNS 065	Precoce	Duro	Alaranjado	48,6
	GNS 079	Normal	Dentado	Amarelo	48,7
	GNS 083	Normal	Semidentado	Alaranjado	48,6

Com base nos resultados obtidos no trabalho de Gomes (2003), que constatou a presença de efeitos aditivos no controle genético da degradabilidade *in situ* da matéria seca, foram sintetizados 18 híbridos simples de milho, tendo como referência a degradabilidade *in situ* da matéria seca (DISMS) das linhagens avaliadas (Tabela 1). Estes híbridos foram divididos em três grupos, o primeiro considerado de alta degradabilidade, originado somente com linhagens de alta DISMS; o segundo de média degradabilidade, originado pelo cruzamento de linhagens de alta com linhagens de baixa DISMS e o terceiro grupo, de baixa degradabilidade, originado pelo cruzamento de linhagem de baixa DISMS (Tabela 2). Foram utilizados cinco híbridos comerciais como testemunhas, sendo dois com grãos de textura dentada (AG 1051 e AG 4051), dois híbridos de textura dura (P 30F90 e A 3663) e um de textura semidentada (GNZ 2004). Todos os híbridos comerciais são recomendados para a produção de silagem.

TABELA 2. Relação dos híbridos de milho utilizados no experimento. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Grupo alta DISMS	Grupo média DISMS	Grupo baixa DISMS
GNS 057 x GNS 063	GNS 042 x GNS019	GNS 079 x GNS 065
GNS 066 x GNS 076	GNS 030 x GNS019	GNS 083 x GNS 030
GNS 063 x GNS 019	GNS 083 x GNS066	GNS 079 x GNS 083
GNS 057 x GNS 041	GNS 079 x GNS041	GNS 029 x GNS 083
GNS 057 x GNS 019	GNS 030 x GNS076	GNS 079 x GNS 030
GNS 057 x GNS 076	GNS 066 x GNS065	GNS 030 x GNS 042

3.1 Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido em área experimental da UFLA, Lavras, MG, em solo classificado como Latossolo Vermelho Escuro (LE), textura argilosa e declividade de 9%.

O município de Lavras está situado na região Sul do estado de Minas Gerais, a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste, com uma altitude de 920 m (Brasil, 1992). O clima da região é do tipo mesotérmico de inverno seco (Cwb). A temperatura média é de 22,1°C no mês mais quente e de 15,8°C no mês mais frio, sendo a média anual de 19,4°C. A pluviosidade média anual é de 1.530 mm, com evaporação total no ano de 1.034,3 mm e umidade relativa anual de 76,2% (Brasil, 1992).

O experimento foi instalado em 22/12/2003, para a colheita da forragem, foram procedidas três colheitas, a partir de 25/04/2004, quando os grãos encontravam-se na metade da linha de leite e a colheita de grãos em 01/06/2004. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, sendo avaliados 23 híbridos. As parcelas foram constituídas de quatro fileiras de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,8 metro, perfazendo 16 m². Utilizou-se uma densidade de 60.000 plantas por hectare, após o desbaste.

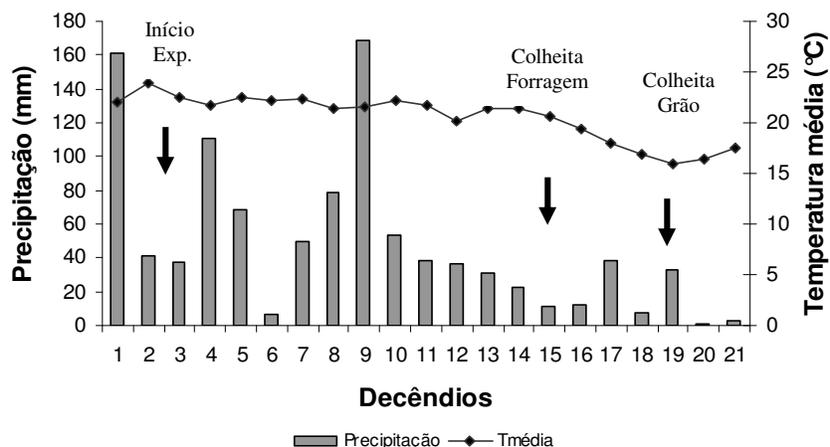


FIGURA 1. Dados médios de temperatura e precipitação pluviométrica por decêndio, em Lavras, MG, no período de 01/12/2003 a 30/06/2004. Dados obtidos no setor de Bioclimatologia da UFLA. Lavras, MG, 2006.

A adubação de base foi de 400 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16 + 0,5% de Zn. Quando as plantas atingiram entre quatro e cinco folhas, foi realizada a primeira adubação de cobertura, com a aplicação de 300 kg ha⁻¹ da formulação 30-00-20. A segunda adubação de cobertura foi realizada quando as plantas atingiram entre oito e nove folhas, com a aplicação de 130 kg ha⁻¹ de uréia. Aos 30 dias após sementeira, foi feita uma aplicação de adubo foliar utilizando o produto comercial Starter, da empresa Stoller®, na dosagem de 2 litros.ha⁻¹. Para o controle das plantas invasoras, foi utilizado o herbicida Primestra Gold (atrazine + metalaclor) na dosagem de 4 l.ha⁻¹ do produto comercial, que foi aplicado em pré-emergência. Os outros tratos culturais e fitossanitários foram executados nas épocas adequadas, de acordo com as necessidades da cultura.

3.2 Características agronômicas avaliadas

Com exceção dos dados de produtividades de grãos (PG), que foi obtido nas duas fileiras externas de cada parcela, todos os outros dados foram obtidos nas duas linhas centrais da parcela que foram consideradas como área útil. Foram avaliadas as seguintes características agronômicas (Embrapa, 1994):

- **altura de planta:** altura média de cinco plantas escolhidas aleatoriamente na parcela, medida em metros, do nível do solo até o ponto de inserção da folha bandeira;

- **altura de espiga:** altura média das espigas de cinco plantas escolhidas aleatoriamente na parcela, medidas em metros, do nível do solo até o ponto de inserção da espiga superior;

- **produtividade de matéria verde (PMV):** peso estimado, em kg ha^{-1} , resultante da pesagem de todas as plantas da área útil da parcela;

- **produtividade de matéria seca (PMS):** peso estimado por meio da produtividade de matéria verde, multiplicado pela porcentagem de matéria seca a 105°C . O peso médio foi transformado em kg ha^{-1} ;

- **produtividade de grãos (PG):** para a determinação da produção de grãos por hectare, foi feita a colheita manual das espigas das duas fileiras externas de cada parcela. As espigas foram debulhadas, os grãos foram pesados e, posteriormente, retiradas amostras para a determinação da porcentagem de umidade. Os dados de produtividade de grãos foram corrigidos para umidade de 13% e expressos em kg ha^{-1} ;

- **textura do grão:** realizada por meio de uma avaliação descritiva em cada parcela do experimento. Foram amostradas cinco espigas de cada parcela, ao acaso, em que foram atribuídos notas para a textura de grão: nota 1 (duro), nota 2 (semi-duro), nota 3 (semi-dentado) e nota 4 (dentado).

3.3 Colheita da forragem e análises bromatológicas

Na colheita da forragem, as plantas das duas linhas centrais das parcelas foram colhidas, cortando-as a 20 cm do solo, quando os grãos das espigas de cada híbrido apresentavam-se na meia linha de leite. Em seqüência, as plantas foram trituradas em picadeira e homogeneizadas para a retirada da amostra.

Uma amostra por parcela, aproximadamente 900 gramas, foi seca em estufa de ventilação forçada a 55°C até atingir peso constante. Posteriormente, retirou-se uma parte desta amostra para a determinação da matéria seca (AACC, 1976). Após a secagem, parte da amostra seca a 55°C foi moída em moinho tipo Willey, com peneira de 5 mm para a condução do ensaio de degradabilidade *in situ* da matéria seca (DISMS) de planta inteira. A outra parte da amostra foi moída em peneira de 1 mm, para a realização das análises bromatológicas, no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Lavras. Todas as determinações foram efetuadas nas amostras obtidas de cada parcela.

Foram avaliadas as seguintes características bromatológicas:

- **porcentagem de proteína bruta (PB)**: foi determinado o teor de nitrogênio utilizando-se o aparelho de destilação a vapor micro-Kjedahl, conforme AOAC (1970). O teor de proteína bruta foi calculado utilizando-se o fator de conversão 6,25;

- **porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN)**: determinado por análise não sequencial, segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1991). A técnica de FDN utilizou 0,5 g de sulfito de sódio e 200 μ l de alfa amilase;

- **porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA)**: determinada por análise não sequencial, segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1991);

- **porcentagem de matéria seca (%MS)**: determinada por meio de secagem em estufa a 105°C, até peso constante (AOAC, 1970).

3.4 Determinação da degradabilidade *in situ*

A degradabilidade *in situ* da matéria seca da forragem (DISMS) foi determinada segundo metodologia descrita por Pereira (1997). Foi utilizada uma amostra composta da mistura das três amostras, oriundas, respectivamente, de cada repetição de campo. Essas determinações foram efetuadas por meio de incubação ruminal nos tempo de 0, 6, 12, 24 e 96 horas, utilizando-se saquinhos, tendo cada animal recebido todas as amostras da matéria seca das plantas de todas as parcelas.

Para a confecção dos saquinhos, foi utilizado um tecido denominado failete “poliester”, com dimensões de 9 x 15cm. O fechamento das bordas foi feito por meio de solda obtida com o uso de resistência elétrica (máquina seladora). Em cada saquinho foram colocadas cinco gramas de amostra seca a 55°C, correspondendo a uma relação de 18,5 mg.cm⁻².

Foram utilizadas três vacas lactantes da raça Holandesa, com cânula ruminal. Não foi necessário um período de adaptação com o objetivo de se obterem boas condições ruminais para a realização da degradabilidade *in situ*, pois os animais já estavam recebendo uma dieta à base de silagem de milho mais concentrado. Durante o tempo de incubação foi mantida a mesma dieta. Os saquinhos foram colocados dentro de um saco de filó com a adição de pesos para mantê-los imersos no rúmen. O número de saquinhos por animal foi de 115 unidades, o que corresponde aos 23 híbridos avaliados, multiplicados pelo número de tempos de incubação. Após serem retirados do rúmen dos animais, os saquinhos foram imediatamente colocados em água gelada para a paralisação do processo de degradação. Em seguida, foram lavados com leve agitação em

sistema de tanque com hélice agitadora, renovando-se a água até a mesma se apresentar transparente.

Posteriormente, os saquinhos foram colocados novamente em estufa a 55°C até peso constante e, logo após, foram pesados. Pela diferença de peso entre essa pesagem e a efetuada antes de incubar as amostras, determinou-se a quantidade de matéria seca degradada no rúmen, expressa em porcentagem da matéria seca original.

A degradabilidade efetiva da matéria seca (DEF) foi calculada pela seguinte expressão:

$$DEF = A + B \left(\frac{Kd}{kd + kp} \right)$$

em que:

A = fração A (instantaneamente degradável), sendo o desaparecimento da amostra nos sacos de náilon no tempo 0, sendo o valor médio de três amostras lavadas para cada cultivar;

B = fração B (lentamente degradável), obtida pela expressão $100 - (A + C)$, em que C representou a fração indigestível, obtida por meio do resíduo dos sacos incubados por 96 horas;

kd da fração = taxa fracional de degradação da fração B, calculada pela inclinação da reta de regressão linear ao longo dos tempos 0, 6, 12, 24 do logaritmo natural dos resíduos de cada saco, após a subtração da fração C;

kp = taxa fracional de passagem, assumida de 5% por hora.

3.5 Análise estatística

Foram realizadas análises de variância pelo procedimento GLM do SAS (2001). Para as características agrônômicas (altura de planta, altura de espiga,

produtividade de matéria verde, produtividade de matéria seca e produtividade de grãos) e características bromatológicas (FDN, FDA, PB e %MS), foi utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + C_j + e_{ij}$$

em que:

μ = média geral;

B_i = efeito do bloco $i = 1, 2, 3$;

C_j = efeito do híbrido $j = 1, 2, 3, \dots, 23$;

e_{ij} = erro residual, assumindo independentemente e identicamente distribuído em uma distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

Para os parâmetros da degradabilidade “in situ” (DEF, DEG 24, A, B, C, Kd), consideraram – se, para fins de análise, as amostras compostas obtidas para cada híbrido, sendo os animais considerados como sendo as repetições. Os dados foram analisados pelo seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + V_i + C_j + e_{ij}$$

em que:

μ = média geral;

V_i = efeito de vaca $i = 1, 2, 3$;

C_j = efeito do híbrido $j = 1, 2, 3, \dots, 23$;

e_{ij} = erro residual, assumido independente e identicamente distribuído em uma distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

A fração instantaneamente degradável (A) foi analisada pelo mesmo modelo, mas sem o efeito de vaca, desde que os sacos de náilon para estimativa da degradação no tempo zero metodologicamente não foram inseridos no rúmen

dos animais. A média de quadrado mínimo para cada híbrido foi gerada para a DEF e utilizada na análise de correlação.

Para a realização dos contrastes, os 18 híbridos foram separados em grupos de alta (A), média (M) e baixa (B) degradabilidade. Para avaliar o efeito nos grupos de híbridos, os híbridos testemunhas (comerciais) foram divididos em três grupos, de acordo com a textura do grão: flint (F) os híbridos P 30F90 e A 3663; semidentado (SD) o híbrido GNZ 2004 e dentado (D) os híbridos AG 1051 e AG 4051.

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual e, posteriormente, foi realizado teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (SAS, 2001).

Foram realizados cinco contrastes ortogonais (A vs B, M vs (AxB), A vs D, A vs SD e A vs D), visando comparar os grupos de híbridos em relação às características agronômicas, características bromatológicas e de degradabilidade ruminal.

Obtiveram-se também, pelo procedimento CORR do SAS (2001), correlações entre características agronômicas (altura de planta, altura de espiga, produtividade de matéria verde, produtividade de matéria seca e produtividade de grãos), bromatológicas (FDN, FDA e PB) e de degradabilidade no tempo de 24 horas (DEG 24) e DEF.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, é importante ressaltar que a precipitação pluviométrica ocorrida durante a condução do experimento ultrapassou os 600 mm, valor esse suficiente para a boa produção da planta de milho, embora essa distribuição não tenha sido muito uniforme (Figura 1). Nesse período as temperaturas médias sempre estiveram acima de 20°C, valor acima do mínimo necessário para o bom desenvolvimento da planta de milho. Assim, pode-se afirmar que as condições climáticas ocorridas durante a condução do experimento foram consideradas normais para o bom desenvolvimento da cultura.

Nas Tabelas 1A, 2A e 3A estão apresentados os resumos das análises de variância para as características agrônômicas, bromatológicas e parâmetros cinéticos da degradabilidade *in situ* da matéria seca. Foram observadas diferenças significativas ($P \leq 0,01$ e $P \leq 0,05$) entre os híbridos, para todas as características. A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (CV) variou entre as características. O maior valor de CV foi observado para a porcentagem de degradação por hora (kd) (27,38%) e o menor, para o estande (5,40%).

4.1 Características agrônômicas

A variação na altura de planta foi de 1,55 (híbrido 66/76) a 2,30 m (híbrido P 30F90); a altura de espiga variou de 0,72 (híbrido 66/76) a 1,32 m (híbrido AG 4051) (Tabela 1).

Considerando os contrastes de médias entre os diferentes grupos de híbridos para essas características, somente os contrastes do grupo de alta degradabilidade (A) com os grupos de híbridos comerciais flint (F), semidentado (SD) e dentado (D), foram significativos com mais de 90% de probabilidade

(Tabela 2). O grupo de alta degradabilidade (A) apresentou menor altura de planta e menor altura de espiga, quando comparado com o grupo de híbridos comerciais (F, SD e D).

A produtividade de matéria verde (PMV) variou de 19.458 (híbrido 30/76) a 46.250 kg ha⁻¹ (híbrido P 30F90), com uma produção média de 31.370 kg ha⁻¹ (Tabela 1), valor este semelhante ao obtido por Villela (2001), que obteve média de 34.944 kg ha⁻¹.

Na avaliação dos contrastes de médias envolvendo o PMV e o PMS, somente os contrastes do grupo de alta degradabilidade (A) com os grupos de híbridos comerciais (F, SD e D) foram significativos ($P \leq 0,01$) (Tabela 2). O grupo de alta apresentou PMV e PMS inferiores aos demais grupos de comerciais (F, SD e D). Isso ocorreu devido à menor altura de planta deste grupo de híbridos (Tabela 2).

A média de produtividade de grãos (PROD) variou de 5.251 (híbrido 79/83) a 8.778 kg ha⁻¹ (híbrido GNZ 2004), com produção média de 6.714 kg ha⁻¹ (Tabela 1). Villela (2001) obteve média de produtividade de grão semelhante a este valor (7.606 kg ha⁻¹).

Em relação à produtividade de grãos, os contrastes do grupo de híbridos de alta degradabilidade (A) com os grupos de baixa degradabilidade (B) e com os grupos de híbridos comerciais (F, SD e D), foram significativos, com mais de 95% de probabilidade (Tabela 2). Os híbridos pertencentes aos grupos comerciais (F, SD e D) foram mais produtivos que os híbridos do grupo de alta (A) e de baixa degradabilidade (B). Porém, os híbridos do grupo de alta degradabilidade (A) foram mais produtivos que os híbridos do grupo de baixa degradabilidade (B).

Os resultados referentes às características agrônômicas dos grupos de híbridos comerciais (F, SD e D) foram superiores aos demais grupos (A, M e B). É importante ressaltar que estes híbridos comerciais foram desenvolvidos

visando à maior produção de matéria verde e maior participação de grãos na silagem; dessa forma, na seleção deu-se preferência por híbridos de porte alto e mais produtivos, independentemente da sua degradabilidade.

Desse modo, é evidente a importância da determinação da qualidade da planta inteira, por meio da avaliação da degradabilidade da matéria seca e também de outras características bromatológicas, como, por exemplo, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e porcentagem de proteína bruta (PB).

TABELA 1. Valores médios das características agronômicas de 23 híbridos de milho: altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), produtividade de matéria verde (PMV), produtividade de matéria seca (PMS) e produtividade de grãos (PROD). UFLA, Lavras, MG, 2006.

Híbridos	Grupo	AP (m)	AE (m)	PMV (kg ha ⁻¹)	PMS (kg ha ⁻¹)	PROD (kg ha ⁻¹)
57/63	Alta	1,73 b	0,75 b	35.458 b	13.833 a	7.937 a
66/76	Alta	1,55 c	0,72 b	26.500 c	9.206 b	5.592 b
63/19	Alta	1,83 b	1,02 b	21.000 d	7.343 b	5.755 b
57/41	Alta	2,12 a	1,10 a	39.958 a	13.589 a	7.863 a
57/19	Alta	1,87 b	0,88 b	25.083 d	8.900 b	5.641 b
57/76	Alta	1,98 a	0,85 b	31.167 c	12.128 a	6.880 b
42/19	Média	2,02 a	0,97 b	23.167 d	8.264 b	5.875 b
30/19	Média	1,92 b	1,00 b	23.000 d	8.658 b	5.591 b
83/66	Média	2,02 a	0,98 b	35.833 b	14.501 a	7.559 a
79/41	Média	2,10 a	1,12 a	33.667 b	13.200 a	7.803 a
30/76	Média	1,58 c	0,75 b	19.458 d	6.835 b	5.519 b
66/65	Média	1,82 b	0,85 b	26.500 c	10.101 b	7.714 a
79/65	Baixa	2,07 a	0,98 b	28.250 c	9.224 b	6.443 b
83/30	Baixa	1,82 b	0,87 b	27.125 c	10.193 b	5.840 b
79/83	Baixa	1,98 a	1,08 a	32.458 b	10.873 b	5.251 b
29/83	Baixa	1,92 b	1,02 b	31.292 c	10.386 b	5.436 b
79/30	Baixa	1,81 b	0,92 b	30.083 c	12.215 a	6.134 b
30/42	Baixa	2,03 a	0,95 b	26.333 c	10.558 b	5.426 b
AG 1051	Dent.	2,17 a	1,32 a	37.083 b	13.987 a	8.011 a
AG 4051	Dent.	2,10 a	1,32 a	38.542 b	13.622 a	8.306 a
P30F90	Flint	2,30 a	1,23 a	46.250 a	16.180 a	8.491 a
GNZ2004	S. dent.	2,15 a	1,07 a	40.333 a	15.529 a	8.778 a
A 3663	Flint	1,98 a	1,08 a	42.950 a	14.259 a	6.652 b
Média		1,95	0,99	31.370	11.460	6.714
Desvio padrão		0,18	0,16	7,28	2,70	1,19
Mínimo		1,55	0,72	19.458	6.835	5.251
Máximo		2,30	1,32	46.250	16.180	8.778

Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

TABELA 2. Médias ajustadas das características agrônômicas altura de planta (AP), altura de espiga (AE), produtividade de matéria verde (PMV), produtividade de matéria seca (PMS) e produtividade de grãos (PROD) e contrastes dos grupos de híbridos de alta (A), média (M) e baixa (B) degradabilidade ruminal e dos grupos de híbridos flint (F), semidentado (SD) e dentado (D). UFLA, Lavras, MG, 2006.

Variável	A	M	B	D	SD	F	EPM ¹	P Trat ²	P contrastes				
									A vs B	M vs (A x B)	A vs D	A vs F	A vs SD
AP (m)	1,85	1,91	1,94	2,13	2,15	2,14	0,02	<0,01	0,19	0,78	<0,01	<0,01	0,02
AE (m)	0,88	0,94	0,96	1,32	1,07	1,16	0,02	<0,01	0,14	0,73	<0,01	<0,01	0,09
PMV (kg ha⁻¹)	29.861	26.938	29.257	37.812	40.333	44.604	669,71	<0,01	0,76	0,13	<0,01	<0,01	<0,01
PMS (kg ha⁻¹)	10.833	10.260	10.575	13.805	15.529	15.219	289,89	<0,01	0,76	0,55	0,02	<0,01	<0,01
PROD (kg ha⁻¹)	6.611	6.677	5.744	8.159	8.778	7.541	117,71	<0,01	0,01	0,10	<0,01	0,05	<0,01

¹EPM:erro padrão da média.

²P trat: significância do efeito de tratamento

4.2 Características bromatológicas

Uma característica importante para se avaliar a qualidade da silagem é a porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN), a qual determina a quantidade de fibra correspondente às frações de lignina, celulose e hemicelulose presentes na silagem. Quanto menor a FDN, maior a digestibilidade da silagem.

A variação dos híbridos quanto à FDN foi de 38,3 (híbrido 83/66) a 53,4% (híbrido A 3663), ou seja, uma amplitude de 15,1% (Tabela 3). De maneira geral, os valores de FDN foram semelhantes aos comumente relatados em pesquisas desenvolvidas na região, bem como em outras regiões brasileiras, cuja variações observadas têm sido de 42% a 72% (Melo et al., 1999 , Fonseca, 2000).

O contraste de médias para a FDN, do grupo de alta degradabilidade (A) com o grupo comercial flint (F), foi significativo com mais de 95% de probabilidade (Tabela 4). Esse resultado evidencia que o grupo da alta degradabilidade tem menos fração indigestível, como consequência, possui melhor degradabilidade ruminal.

Considerando a FDA, a variação dos híbridos foi de 20,2% (híbrido 30/19) a 27,9% (híbrido 79/65) (Tabela 3). Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000), o nível considerado ideal de FDA na silagem de milho está em torno de 30%, o que coloca todos os híbridos testados dentro de padrões aceitáveis, levando em conta que, na média geral, o valor de FDA foi de 22,8%.

TABELA 3. Valores médios das características bromatológicas da silagem de 23 híbridos de milho: fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), porcentagem de proteína bruta (PB) e porcentagem de matéria seca (%MS). UFLA, Lavras, MG, 2006.

Híbridos	Grupo	FDN	FDA	PB	%MS
57/63	Alta	44,9 c	22,2 c	7,3 b	37,78 b
66/76	Alta	44,9 c	21,4 c	7,1 b	37,61 a
63/19	Alta	43,9 c	20,3 c	7,9 a	40,43 a
57/41	Alta	43,3 c	21,3 c	7,4 b	39,16 a
57/19	Alta	41,1 c	22,8 c	7,3 b	34,79 b
57/76	Alta	43,6 c	24,6 b	7,1 b	38,10 a
42/19	Média	44,7 c	24,0 b	8,0 a	32,80 b
30/19	Média	43,5 c	20,2 c	8,4 a	37,40 a
83/66	Média	38,3 c	21,9 c	7,4 b	33,95 b
79/41	Média	44,7 c	21,1 c	7,7 a	33,29 b
30/76	Média	47,9 b	21,9 c	7,8 a	40,47 a
66/65	Média	43,0 c	23,6 b	6,5 b	40,03 a
79/65	Baixa	47,6 b	27,9 a	7,7 a	38,94 a
83/30	Baixa	46,1 b	21,0 c	7,4 b	34,82 b
79/83	Baixa	48,5 b	23,4 b	7,9 a	35,00 b
29/83	Baixa	47,3 b	25,8 a	7,6 a	33,95 b
79/30	Baixa	40,8 c	22,2 c	7,9 a	35,47 b
30/42	Baixa	43,6 c	22,6 c	8,0 a	38,64 a
AG 1051	Dent	42,2 c	20,9 c	7,2 b	37,65 a
AG 4051	Dent	43,3 c	22,0 c	7,3 b	35,34 b
P30F90	Flint	40,9 c	21,6 c	6,9 b	35,01 b
GNZ2004	S. dent	47,6 b	23,8 b	6,9 b	38,38 a
A 3663	Flint	53,4 a	27,0 a	7,3 b	33,23 b
Média		44,6	22,8	7,5	36,53
Desvio padrão		3,2	2,0	0,5	3,2
Mínimo		38,3	20,2	6,5	32,80
Máximo		53,4	27,9	8,4	40,47

Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo de acordo com o teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Valores expressos em % de matéria seca.

Considerando os contrastes de médias envolvendo a porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA), o contraste do grupo de híbridos de alta degradabilidade (A) com o grupo de baixa degradabilidade (B) e com o grupo de

híbridos comerciais flint (F), foram significativos com mais de 95% de probabilidade (Tabela 4). Neste caso, o grupo de alta degradabilidade obteve menor valor para a porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA).

Vale ressaltar que esses híbridos apresentaram valores semelhantes aos encontrados no grupo de híbridos comerciais dentado (D), que eram compostos por híbridos recomendados para a produção de silagem de qualidade. Assim, esses resultados evidenciam que a síntese dos híbridos com base na degradabilidade da forragem de suas linhagens parentais foi eficiente.

Constatou-se, para a porcentagem de proteína bruta, uma variação de 6,5% (híbrido 66/65) a 8,4% (híbrido 30/19), com média geral de 7,5% (Tabela 3). Os valores foram superiores aos relatados por Fonseca (2000) e Villela (2001), que obtiveram variação para essa característica de 5,7% a 8,0%.

De maneira geral, os híbridos de milho brasileiros apresentam menor porcentagem de proteína bruta, quando comparados com os híbridos americanos e europeus que, normalmente, possuem porcentagem de proteína superior a 7,7% (Ferret et al., 1997).

Para os contrastes envolvendo a proteína bruta, somente o contraste entre o grupo de híbridos de alta degradabilidade (A) com o grupo de híbridos de baixa degradabilidade (B), foi significativo com mais de 95% de probabilidade (Tabela 4). Os híbridos pertencentes ao grupo de alta degradabilidade (A) apresentaram menor valor de PB. Essa diferença pode ser explicada pela maior participação de folhas no grupo de híbridos de baixa degradabilidade (B), principalmente, devido à sua maior altura de plantas.

TABELA 4. Médias ajustadas das características bromatológicas porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN), porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA) e porcentagem de proteína bruta (PB) e contrastes dos grupos de híbridos de alta (A), média (M) e baixa (B) degradabilidade ruminal e dos grupos flint (F), semidentado (SD) e dentado (D). UFLA, Lavras, MG, 2006.

Variável	A	M	B	D	SD	F	EPM ¹	P trat ²	P contrastes				
									A vs B	M vs (A x B)	A vs D	A vs F	A vs SD
FDN (%de MS)	43,6	43,7	45,7	42,7	47,6	47,1	0,42	0,08	0,10	0,38	0,60	0,05	0,09
FDA (%de MS)	22,1	22,1	23,8	21,5	23,8	24,3	0,26	0,04	0,03	0,20	0,57	0,04	0,23
PB (%de MS)	7,3	7,6	7,8	7,3	6,9	7,1	0,07	0,04	0,03	0,69	0,76	0,32	0,25
% MS	36,1	37,7	36,3	36,5	38,4	34,1	0,39	0,02	0,87	0,16	0,82	0,22	0,30

¹ EPM: erro padrão da média.

² P trat: significância do efeito do tratamento.

A porcentagem de matéria seca (% MS) na forragem variou de 32,80% (híbrido 42/19) a 40,47% (híbrido 30/76), com média de 36,53% (Tabela 3). Apesar dessa variação, a maioria dos híbridos apresentou porcentagens de MS entre 28% e 40%, que é considerada ideal para que ocorra uma boa fermentação quando a forragem for ensilada (Nussio, 1991; Barrière et al., 1997).

Nos contrastes envolvendo a porcentagem de matéria seca (%MS), não houve significância para nenhum dos contrastes realizados entre os grupos de híbridos (Tabela 4).

4.3 Parâmetros cinéticos de degradabilidade efetiva da matéria seca

Os percentuais de degradabilidade efetiva da matéria seca (DEF) variaram de 33,24% (híbrido 42/19) a 51,18% (híbrido 57/41), com média geral de 40,17% (Tabela 5).

Nos híbridos de milho recomendados para a produção de silagem, é esperado que estes possuam altos valores para a fração instantaneamente degradável (A) e para a fração lentamente degradável (B) e que tenham baixos valores da fração indigestível (C). Neste trabalho, o grupo de híbridos comerciais dentado (D) foi o que melhor expressou esses valores (Tabela 6), confirmando que a recomendação desses híbridos para a produção de silagem de qualidade está correta.

Nos contrastes envolvendo a fração indigestível (C), o grupo de híbridos de alta degradabilidade não diferiu do grupo de híbridos comerciais dentado (D), que são os mais indicados para a produção de silagem (Tabela 6). Isso evidencia, mais uma vez, que a síntese de híbridos de alta degradabilidade, baseado na degradabilidade de suas linhagens é uma opção correta. Esses resultados confirmam as afirmações de Gomes (2003) de que a melhor estratégia para o desenvolvimento de híbridos de milho visando à produção de silagem é por meio

de cruzamento de genitores que possuem alta degradabilidade *in situ* da matéria seca de suas silagens.

TABELA 5. Valores médios dos parâmetros cinéticos de degradabilidade ruminal da matéria seca de 23 híbridos de milho: degradabilidade efetiva calculada assumindo taxa de passagem de 5%/h (DEF), fração A instantaneamente degradável (A), fração B lentamente degradável (B), fração C indigestível (C), taxa fracional de degradabilidade da fração B (kd) e degradabilidade ruminal da matéria seca no tempo de 24 horas (DEG 24). UFLA, Lavras, MG, 2006.

Híbridos	Grupo	DEF ¹	A	B	C	kd	DEG24
57/63	Alta	43,71 c	22,50 a	52,23 c	25,27 b	3,5 a	52,67 b
66/76	Alta	39,16 d	17,83 b	50,32 d	31,85 a	3,9 a	46,66 c
63/19	Alta	40,30 d	14,08 c	63,40 a	22,52 b	3,5 a	50,33 c
57/41	Alta	51,18 a	22,17 a	54,74 c	23,09 b	6,1 a	61,74 a
57/19	Alta	43,26 c	11,67 c	65,98 a	22,35 b	4,7 a	56,00 b
57/76	Alta	38,54 d	13,58 c	59,73 b	26,68 b	3,6 a	48,16 c
42/19	Média	33,24 e	13,83 c	51,65 c	34,52 a	3,1 a	40,34 d
30/19	Média	39,68 d	12,17 c	62,82 a	25,01 b	3,9 a	50,25 c
83/66	Média	39,29 d	14,58 c	60,82 b	24,60 b	3,5 a	48,92 c
79/41	Média	37,55 e	12,08 c	56,24 c	31,68 a	4,3 a	46,84 c
30/76	Média	39,85 d	13,33 c	65,66 a	21,02 b	3,4 a	49,75 c
66/65	Média	42,97 c	12,83 c	56,23 c	30,93 a	5,9 a	54,92 b
79/65	Baixa	40,87 d	13,75 c	54,06 c	32,18 a	5,1 a	51,09 c
83/30	Baixa	44,39 c	13,57 c	55,49 c	30,93 a	6,5 a	55,84 b
79/83	Baixa	36,60 e	18,33 b	43,65 d	38,02 a	3,7 a	43,75 d
29/83	Baixa	36,99 e	17,08 b	48,16 d	34,76 a	4,0 a	39,10 d
79/30	Baixa	38,19 d	14,91 c	50,83 d	34,27 a	4,7 a	46,92 c
30/42	Baixa	35,21 e	12,50 c	58,91 b	28,60 a	3,2 a	43,33 d
AG 1051	Dent	40,62 d	18,84 b	51,81 c	29,35 a	4,2 a	48,00 c
AG 4051	Dent	47,07 b	16,76 b	65,23 a	18,01 b	4,6 a	59,08 a
P30F90	Flint	38,67 d	19,01 b	47,06 d	33,93 a	4,3 a	46,49 c
GNZ2004	S. dent	39,70 d	14,68 c	56,32 c	29,00 a	4,7 a	49,25 c
A 3663	Flint	36,94 e	14,18 c	57,73 b	28,09 a	3,7 a	45,08 d
Média		40,17	15,40	56,05	28,55	4,3	49,55
Devio padrão		3,94	3,10	6,17	5,16	0,01	5,24
Mínimo		33,24	11,67	43,65	18,01	3,1	40,34
Máximo		51,18	22,50	65,98	38,02	6,5	61,74

Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

¹DEF = A + B (kd / kd + kp); kp = 0,05 %h⁻¹.

TABELA 6. Médias ajustadas da fração A instantaneamente degradável (A), fração B lentamente degradável (B), fração C indigestível (C), taxa fracional de degradabilidade da fração B (kd), degradabilidade ruminal da matéria seca no tempo de 24 horas (DEG 24) e degradabilidade efetiva (DEF) dos grupos de híbridos de alta (A), média (M) e baixa (B) degradabilidade ruminal e dos grupos flint (F), semidentado (SD) e dentado (D). UFLA, Lavras, MG, 2006.

Variável	A	M	B	D	SD	F	EPM ¹	P trat ²	P contrastes				
									A vs B	M vs (A x B)	A vs D	A vs F	A vs SD
A	16,97	13,14	15,02	17,80	14,68	16,59	0,34	<0,01	0,06	<0,01	0,56	0,79	0,22
B	57,73	58,90	51,85	58,51	56,32	52,40	0,72	<0,01	<0,01	0,03	0,79	0,08	0,72
C	25,29	27,96	33,13	23,68	29,00	31,01	0,57	<0,01	<0,01	0,39	0,50	0,02	0,24
kd (%.h⁻¹)	4,2	4,0	4,6	4,4	4,7	4,0	0,15	0,85	0,46	0,35	0,78	0,76	0,59
DEG 24	52,59	48,50	47,53	53,54	49,25	45,79	0,62	0,02	<0,01	0,33	0,72	<0,01	0,34
DEF³	42,69	38,76	38,71	43,85	39,70	37,80	0,46	<0,01	<0,01	0,10	0,54	<0,01	0,24

¹EPM:erro padrão da média.

²P trat: significância do efeito do tratamento.

³DEF = A + B (kd / kd + kp); kp = 0,05 %h⁻¹.

Em seu trabalho, Gomes (2003) selecionou dois grupos de linhagens para a degradabilidade ruminal da matéria seca no tempo de 24 horas (DEG 24), sendo um grupo considerado de alta degradabilidade, com média de 54,6% e o outro, de baixa degradabilidade com 47,5% na DEG 24.

Neste trabalho, foram avaliados os híbridos oriundos dos dois grupos de linhagens selecionadas por Gomes (2003). Os valores de degradabilidade dos híbridos do grupo de alta degradabilidade (A) (52,6%) e do grupo de baixa degradabilidade (B) (47,5%) foram próximos aos obtidos com as linhagens genitoras avaliadas por Gomes (2003) (Tabela 6). Esses resultados confirmam as afirmações de Gomes (2003) sobre a predominância de efeito aditivo no controle da degradabilidade *in situ* da matéria seca, além de permitir inferir que o caráter é pouco influenciado pelo ambiente.

Os híbridos do grupo comercial flint (F) apresentaram valores mais elevados da fração indigestível (C) que o grupo de alta degradabilidade (A). Isso, provavelmente, ocorreu devido a maiores porcentagens de amido na fração indigestível C do grupo comercial flint (F) (Tabela 6).

Não houve diferença significativa entre todos os contrastes avaliados, envolvendo a taxa fracional de degradabilidade da fração B (kd) (Tabela 6).

Para a degradabilidade ruminal no tempo de 24 horas (DEG24) e para a degradabilidade efetiva (DEF), o grupo de alta degradabilidade mostrou-se superior ao grupo de baixa degradabilidade (Tabela 6).

A significância observada para os grupos de híbridos de alta e baixa degradabilidade é reflexo da eficiência da seleção das linhagens feitas por Gomes (2003).

Para a DEG 24 e DEF, o grupo de híbridos comerciais flint (F) foi inferior ao grupo de alta degradabilidade, devido à maior porcentagem de FDN e também devido à maior altura de planta. Entretanto, os valores para o grupo de híbridos comerciais dentado (D) não diferiram do grupo de híbridos de alta

degradabilidade (A) (Tabela 6). Isso indica que, entre os híbridos avaliados, existem alguns com grande potencial para a produção de silagem de qualidade.

A respeito da textura dos grãos de milho, nos Estados Unidos existe prevalência de híbridos que possuem grãos de textura do tipo dentado (Coors et al., 1994). A maior parte do conhecimento científico produzido naquele país, relativo à cultura do milho refere-se à utilização de híbridos com esse tipo de grão. Também na Europa existe prevalência de híbridos de milho com grãos de textura dentada (Philippeau et al., 1999). No mercado brasileiro há uma maior oferta de híbridos de textura de grãos duros e semiduros, embora os híbridos dentados sejam os mais indicados para a produção de silagem de qualidade.

Existem trabalhos de pesquisa que evidenciam (Michalet-Doreau e Champion, 1996) que o amido do grão de híbridos de milho que possuem grãos de textura flint (duro) são menos digestíveis e são aproximadamente 10% menos degradáveis no rumem do que híbridos de grãos de textura dentada.

No presente trabalho, avaliando a degradabilidade efetiva (DEF) da planta inteira de milho, colhidas na metade da linha de leite, os resultados obtidos diferem dos obtidos em outros trabalhos em que foi avaliada a degradabilidade do amido presente no grão de milho. Quando foi avaliada a textura dos grãos de cada híbrido, no grupo de híbridos de alta degradabilidade, o híbrido 57/41, de textura de grão semidentada, obteve a maior DEF de planta inteira (51,18%). Nos grupos de híbridos de média e baixa degradabilidade, os híbridos de textura dura foram os que apresentaram os maiores valores para DEF de planta inteira, 42,97% e 44,39%, respectivamente (Tabela 7).

Entretanto neste trabalho não foi possível verificar o efeito da textura dos grãos na degradabilidade efetiva da planta inteira, devido as plantas terem sido colhidas na metade da linha de leite, onde a degradabilidade do grão independentemente da textura é similar. No trabalho de Pereira et al. (2004) onde foi avaliado grãos de milho com diferentes texturas, a degradabilidade ruminal

dos híbridos foi similar nos estádios dentado inicial até metade da linha de leite, sendo que o efeito da textura acentuou por ocasião da maturidade fisiológica do grão.

TABELA 7. Relação de híbridos, tipo de grão e degradabilidade efetiva (DEF). UFLA, Lavras, MG, 2006.

Híbridos	Grupo	Tipo de Grão	DEF ¹
57/63	Alta	Semiduro	43,71 c
66/76	Alta	Duro	39,16 d
63/19	Alta	Duro	40,30 d
57/41	Alta	Semidentado	51,18 a
57/19	Alta	Semidentado	43,26 c
57/76	Alta	Duro	38,54 d
42/19	Media	Semidentado	33,24 e
30/19	Media	Duro	39,68 d
83/66	Media	Duro	39,29 d
79/41	Media	Semidentado	37,55 e
30/76	Media	Duro	39,85 d
66/65	Media	Duro	42,97 c
79/65	Baixa	Semiduro	40,87 d
83/30	Baixa	Duro	44,39 c
79/83	Baixa	Dentado	36,60 e
29/83	Baixa	Semidentado	36,99 e
79/30	Baixa	Duro	38,19 d
30/42	Baixa	Duro	35,21 e
AG 1051	Dent	Dentado	40,62 d
AG 4051	Dent	Dentado	47,07 b
P30F90	Flint	Duro	38,67 d
GNZ2004	S. dent	Semidentado	39,70 d
A 3663	Flint	Duro	36,94 e

Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

¹ DEF = A + B (kd / kd + kp); kp = 0,05 %h⁻¹.

Verbic et al. (1995) verificaram que a degradação *in situ* da MS de grãos de milho variou de 71,7% (dentado) a 54,8 % (duro). Resultados semelhantes em relação ao tipo de grão também foram reportados por Corrêa (2001), avaliando a vitriosidade do grão de cultivares brasileiras e americanas.

Para a avaliação da DEF de planta inteira, os resultados foram divergentes dos obtidos por Verbic et al. (1995) e Corrêa (2001). O híbrido de textura dentada (79/83), apresentou uma DEF de 36,60%, valor este menor que o obtido para os híbridos comerciais de textura dura, 38,67% e 36,94%, respectivamente (Tabela 7).

Vale ressaltar a importância da determinação da degradabilidade efetiva (DEF) de planta inteira, para avaliar a qualidade da forragem, independente da textura do grão e do ponto de maturação.

4.4 Correlações entre características

A utilização da correlação é importante quando se deseja analisar o grau de associação entre dois conjuntos de *scores* referentes a um grupo de indivíduos. Segundo Moraes (2001), a medida usual de correlação, é o coeficiente (r) de correlação de Pearson. A relação entre duas variáveis é perfeita quando o valor de r for igual a +1 ou -1. Quando positivo, o aumento de uma determinada característica implica no aumento da outra, e se negativo, o aumento de uma determinada característica implica na diminuição da outra.

As correlações entre as características agronômicas (AP, AE, PMV, PMS e PROD) foram todas de alta magnitude e significativas com mais de 99% de probabilidade (Tabela 8). Assim, a seleção baseada em características de mais fácil avaliação permitirá um ganho semelhante na outra.

Foi verificada correlação positiva entre a produção de matéria verde e de matéria seca com a altura de planta e com a altura de espiga (Tabela 8). Isso evidencia que cultivares com alta produtividade de matéria verde tendem a apresentar alta produtividade de matéria seca, além de maior altura de planta e maior altura de espiga. Resultados semelhantes foram encontrados por Fonseca (2000) e Villela (2001).

Foi encontrada correlação positiva ($r = 0,75^{**}$) entre a produção de matéria seca e a produtividade de grãos. Assim, as cultivares com alto rendimento de matéria seca também apresentaram alta produtividade de grãos. Fonseca (2000) e Villela (2001) obtiveram correlações acima de 0,50 entre essas características. Desse modo, fica caracterizada a importância da produtividade de grãos como um dos componentes da planta responsáveis pelo maior rendimento de MS.

Todavia, o parâmetro produtividade de grãos não deve ser levado em consideração como única característica na seleção de cultivares de milho para a produção de silagem, pois, tanto a qualidade da fibra como a altura da planta são importantes componentes que influenciam na determinação da produtividade de MS das cultivares e da qualidade da silagem.

Não houve significância para a maioria das estimativas de correlações entre as características agronômicas e bromatológicas.

A altura de planta e a altura de espiga não apresentaram correlações significativas com a porcentagem de FDN e FDA (Tabela 8). É possível que tal fato tenha ocorrido devido à pequena variação observada para estas características entre as cultivares avaliadas. Resultados semelhantes foram obtidos por Melo et al. (1999b) e Villela (2001). Já Fonseca (2000) encontrou correlação positiva entre essas características, evidenciando que plantas com maior altura tendem a apresentar maior porcentagem de FDN e FDA, o que é prejudicial, do ponto de vista nutricional.

Não foi verificada significância na correlação entre a porcentagem de FDA e FDN com a produtividade de matéria seca. Fonseca (2000), analisando 60 cultivares de milho, também não constatou correlação significativa entre essas características. Villela (2001), por outro lado, encontrou correlação negativa entre produtividade de matéria seca e FDA.

Todas as estimativas de correlação entre as características agronômicas e bromatológicas com a degradabilidade no tempo de 24 horas (DEG24) e degradabilidade efetiva (DEF), foram não significativas. Esses resultados são diferentes dos encontrados por Fonseca (2000) e Villela (2001), que obtiveram correlações negativas entre a degradabilidade da matéria seca e a porcentagem de FDN.

A baixa relação existente entre as características agronômicas, bromatológicas e de degradabilidade ruminal evidencia a importância de utilização da DEF em programas de melhoramento para a seleção de híbridos de milho, visto que a DEF é a forma mais precisa de se conhecer a qualidade da silagem.

TABELA 8. Correlações entre produtividade de grãos (PROD), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), produtividade de matéria verde (PMV), produtividade de matéria seca (PMS), porcentagem de proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), degradabilidade da matéria seca no tempo de 24 horas (DEG 24) e degradabilidade efetiva (DEF), considerando a média de 23 híbridos de milho. UFLA, Lavras, MG, 2006.

	AP	AE	PMV	PMS	PB	FDA	FDN	DEG 24	DEF¹
PROD	0,57**	0,48*	0,81**	0,75**	-0,66**	-0,10 ^{NS}	-0,25 ^{NS}	0,36 ^{NS}	0,41 ^{NS}
AP		0,83**	0,63**	0,66**	-0,11 ^{NS}	0,13 ^{NS}	-0,15 ^{NS}	-0,05 ^{NS}	-0,01 ^{NS}
AE			0,53**	0,62**	-0,03 ^{NS}	-0,06 ^{NS}	-0,08 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,08 ^{NS}
PMV				0,95**	-0,51**	0,01 ^{NS}	-0,14 ^{NS}	0,07 ^{NS}	0,16 ^{NS}
PMS					-0,51**	0,14 ^{NS}	0,03 ^{NS}	0,09 ^{NS}	0,20 ^{NS}
PB						-0,12 ^{NS}	0,10 ^{NS}	-0,34 ^{NS}	0,37 ^{NS}
FDA							0,56**	-0,28 ^{NS}	-0,30 ^{NS}
FDN								-0,24 ^{NS}	-0,21 ^{NS}
DEG 24									0,97**

* : significativo, a 5% de probabilidade pelo teste t.

** : altamente significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste t.

^{NS} : Não significativo.

¹ DEF = A + B ($kd / kd + kp$); $kp = 0,05 \%h^{-1}$.

5 CONCLUSÕES

Entre as cultivares avaliadas, há híbridos com grande potencial para a produção de silagem de qualidade que apresentam alta degradabilidade efetiva da matéria seca da planta inteira (DEF), independente da textura do grão.

É correta a estratégia de sintetizar híbridos visando à alta degradabilidade efetiva da matéria seca da planta inteira (DEF), utilizando linhagens que apresentam alta DEF.

A baixa correlação da degradabilidade efetiva com as características agronômicas e bromatológicas evidencia a necessidade de uma maior utilização da DEF, na seleção de híbridos de milho visando à produção de silagem de qualidade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALESSI, J.; POWER, J. F. Effects of plant populations, row spacing, and relative maturity of dryland corn in the Northern Plains Corn forage and grain yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 66, n. 2, p. 316-319, Mar./Apr. 1974.
- ALLEN, M. S.; O'NEIL, K. A.; MAIN, D. G.; BECK, J. Relationship among yield and quality traits of corn hybrids for silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 221, Aug. 1991. Supplement, 1.
- ALLEN, M. S. Effect of diet on short-term regulation of feed intake by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 1598-1624, 2000.
- ALLEN, M. S.; GRANT, R.J.; WEISS, W.P.; ROTH, G.W.; BECK, J.F. Effect of endosperm type of corn grain on starch degradability by ruminal microbes in vitro. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 61, 2003. Supplement 1.
- ALMEIDA FILHO, S. L. **Avaliação de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem**. 1996. 53 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- ALMEIDA FILHO, S. L. FONSECA, D. M.; GARCIA, R.; OBEID, J. A.; OLIVEIRA, J. S. Características agronomicas de cultivares de milho (*Zea mays*, L.) e qualidade dos componentes e da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n.1, p. 7-13, jan./jun. 1999.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. A.A.C.C. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 7.ed. St. Paul, 1976. 256 p.
- ARGILLIER, O.; MÉCHIN, V.; BARRIÈRE, Y. Inbred line evaluation and breeding for digestibility-related traits in forage maize. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 6, p. 1596-1600, Nov./Dec. 2000.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS – A.O.A.C. **“Official Methods of Analyses of the association of Official Analytical Chemists.”** 11. ed. Washington, 1970. 1015 p.
- BAL, M. A.; COORS, J. G.; SHAVER, R. D. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 10, p. 2497-2503, Oct. 1997.

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

BARRIÈRE, Y.; GALLAIS, A.; DERIEUX, M.; PANOUILLE, A. Étude de la valeur agronomique en plante entière au stade de récolte ensilage de différentes variétés de maïs grain sélectionnés entre 1950 et 1980. **Agronomie**, Paris, v. 7, n. 2, p. 73-84, 1987.

BARRIÈRE, Y.; TRAINÉAU, R.; EMILE, J. C. Variation and covariation of silage maize digestibility estimated from digestion trials with sheep. **Euphytica**, Wageningen, v. 59, n. 1, p. 61-72, Nov. 1991.

BARRIÈRE, Y.; HÉBERT, Y.; JULIER, B.; YOUNG, E.; FURTOSS, V. Genetic variation for silage and NIRS traits in half-diallel design of 21 inbred lines of maize. **Maydica**, Bérghamo, v. 38, n. 1, p. 7-13, 1993.

BARRIÈRE, Y.; ARGILLIER, O.; MICHALET-DOREAU, B.; HÉBERT, Y.; GUNGO, E.; GIAUFFRET, C.; ÉMILE, J. C. Relevant traits, genetic variation and breeding strategies in early silage maize. **Agronomie**, Paris, v. 17, n. 5, p. 395-411, Oct. 1997.

BRASIL. **Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Normais Climatológicas** 1961-1990. Brasília: MARA, 1992. 84p.

CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para a produção de silagem**. 2001. 178 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

CARTER, P. R.; COORS, J. G.; UNDERSANDER, D. S.; ALBRECHT, K. A.; SHAVER, R. D. Corn hybrids for silage: an update. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 46, 1991, Washington. **Proceedings...** Washington, 1991. p. 141-164.

CHERNEY, J. H.; CHERNEY, D. J. R.; AKIN, D. E.; AXTELL, J. D. Potential of brown-midrib, low-lignin mutants for improving forage quality. **Advances in Agronomy**, New York, v. 46, p. 157-173, 1991.

COORS, J. G. Findings of the Wisconsin corn silage consortium. In: SEEDS OF ANIMAL NUTRITION SYMPOSIUM, 1996, Johnston. **Proceedings...** Johnston, 1996.

COORS, J. G.; CARTER, P. R.; HUNTER, R. B. Silage corn. In: HALLAUER, A. R. (Ed.). **Specialty corns**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 305-340.

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

DOLSTRA, O.; MEDEMA, J. H.; JONG, A. W. Genetic improvement of cell-wall digestibility in forage maize (*Zea mays* L.). Performance of inbred lines and related hybrids. **Euphytica**, Wageningen, v. 65, n. 1, p. 187-194, 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). **Relatório: Ensaio Nacional de Milho Precoce, resultado do ano agrícola 1994/1995**. Sete Lagoas: CNPMS, 1994. n. p.

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

FERRET, A.; GASA, J.; PLAIXATS, J.; CASAÑAS, F.; BOSCH, L.; NUEZ, F. Prediction of voluntary intake and digestibility of maize silages given to sheep from morphological and chemical composition, in vitro digestibility or rumen degradation characteristics. **Animal Science**, Neston, v. 64, n. 3, p. 493-501, June 1997.

FLACHOWSKY, G.; PEYKER, W.; SCHNEIDER, A.; HENKEL, K. In sacco degradation of maize plant fractions depending on cultivars and vegetative stage. **Kongressband**, 1992 Gottingen. Okologisher Aspekte extensiver, Landbewirtschaftung, Alemanha, 1992. p. 785-788.

FONSECA, A. H. **Características químicas e agronômicas associadas à degradabilidade da silagem de milho**. 2000. 93 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FORNASIERI FILHO, D. **“A cultura do milho.”**Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273 p.

GOMES, M. de S. **Valor genético de linhagens de milho na produção e digestibilidade da silagem.** 2003. 135 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GOMIDE, J. A.; ZAGO, C. P.; CRUZ, M. E.; EVANGELISTA, A. R.; GARCIA, R.; OBEIR, J. A. Milho e sorgo em cultivares puras ou consorciadas com soja, para produção de silagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 16, n. 4, p. 308-317, jul./ago. 1987.

GURRATH, P. A.; DHILLON, W. G.; POLLMER, D.; KLEIN, D.; ZIMMER, E. Utility of inbred line evaluation in hybrid breeding for yield and stover digestibility in forage maize. **Maydica**, Bergamo, v. 36, n. 1, p. 65-68, 1991.

HALLAUER, A. R. Recurrent selection in maize. **Advances in Agronomy**, New York, p. 115-179, 1992.

HUNT, C. W.; KEZAR, W.; HINMAN, D. D.; COMBS, J. J.; LOESCH, J. A.; MOEN, T. Effects of hybrid and ensiling with and without a microbial inoculation nutritional characteristics of whole plant corn. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 1, p. 38-43, Jan. 1992a.

HUNT, C. W.; KEZAR, W.; VINANDE, R. Yield chemical composition and ruminal fermentability of corn whole plant, ear and stover as affected by hybrid. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 5 n. 2, p. 286, Apr./June 1992b.

JONHSON, L.; HARRISON, J. H.; HUNT, C.; SHINNERS, K.; DOGGETT, C. G.; SAPIENZA, D. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: A contemporary review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, n. 12, p. 2813-2825, Dec. 1999.

KOTARSKI, S. F.; WANISKA, R. D.; THURN, K. K. “Starch hydrolysis by the ruminal microflora.” **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 122, n. 1, p. 178-190, Jan. 1991.

MAHANNA, B. **Corn silage – managing and feeding the “TMR plant”.** Disponível em: <<http://www.pioneer.com/consult/research/wpcs2.htm>>. Acesso em: 23 nov. 1996.

MAHANNA, W. C. Genetic selection for forage nutritional quality. In: **Quality forage and ruminants**; proceedings. Ontario: Ministry of Agriculture and Food / Guelph & Borckville, 1994.

MELO, W. M. C.; VON PINHO, R. G.; CARVALHO, M. L. M.; VON PINHO, E. V. R. Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 31-39, jan./mar. 1999a.

MELO, W. M. C.; VON PINHO, R. G.; VON PINHO, E. V. R. ; CARVALHO, M. L. M.; FONSECA, A. H. Parcelamento da adubação nitrogenada sobre o desempenho de cultivares de milho para produção de silagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 608-616, jul./set. 1999b.

MICHALET-DOREAU, B.; CHAMPION, M. Influence of maize genotype on rate of ruminal starch degradation. **Annales de Zootechnie**, Versailles, v. 44, n. 2, p. 191, 1996.

MONTEIRO, M. A. R. **Desempenho de cultivares de milho para produção de grãos e forragem no estado de Minas Gerais**. 1998. 53 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MORAIS, A.R. **Estatística experimental: uma introdução aos delineamentos e análise dos experimentos**. Lavras: UFLA, 2001. 197 p.

NOGUEIRA, F. A. S. **Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo e seus padrões de fermentação, em condições de laboratório**. 1995. 96 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

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 Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

NUSSIO, L. C. Cultura do milho para silagem de alto valor nutritivo. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA J. C. de; FARIA, V. P. de. **Simpósio sobre nutrição de bovinos**. Piracicaba: FEALQ/USP, 1991. p. 59-168.

NUSSIO, L. G. A cultura do milho e sorgo para a produção de silagem. In: FANCELLI, A. L. (Coord.). **Milho**. Piracicaba: FEALQ/ESALQ/USP, 1990. p. 58-88.

NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P. Silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. Alimentação Suplementar. Piracicaba: FEALQ, 1999. P. 27-46.

OLIVEIRA, J. S. Avaliação da qualidade da planta de milho para silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. v. 1, p. 161-163.

OLIVEIRA, J. S.; FERREIRA, R. P. de; CRUZ C. D.; PEREIRA, A. V.; LOPES, F. C. F. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho para silagem em relação à produção de matéria seca degradável no rúmen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Ribeirão Preto, v. 28, n. 2, p. 230-234, mar./abr. 1999.

PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J. B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, cap. 6, p. 217-274.

PECK, J. R. Sorting through the seed corn catalogs: new characteristics bred into grain and silage varieties make picking hybrids tough. **Hoard's Dairyman**, Fort Atkinson, v. 23, p. 16, 1998.

PEREIRA, M. N. **Response of lactating cows to dietary fiber from alfafa or cereal byproducts**. 1997. 186 p. Thesis (PhD) – Universty of Wisconsin, Madison.

PEREIRA, M. N.; VON PINHO, R. G.; BRUNO, R. G.; CELESTINE, G. A. Ruminant degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Science Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 4, p. 358-363, July/Aug. 2004.

PHILEPPEAU, C.; LE DESCHAULT DE MONREDON, F.; MICHALET-DOREAU, B. Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 77, n. 1, p. 238-243, Jan. 1999.

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

ROTH, G.; UNDERSANDER, D. Silage additives. In: **Corn silage production management and feeding**. Madison: American Society of Agronomy, 1995. p. 27-29.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User's Guide**, 8.1 ed. Cary: SAS Institute, 2001. 1028 p.

SHULL, J. M.; CHANDRASHEKAR, A.; KIRLEIS, A. W.; EJETA, G. Development of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) endosperm in varieties of varying hardness. **Food structure**, Chicago, v.9, n.3, p.253-267, 1990.

SILVA, L. F. P. e **Avaliação de características agrônômicas e nutricionais de híbridos de milho para silagem**. 1997. 98 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SILVA, P. C. **Seleção recorrente recíproca e cruzamentos dialélicos em milho (*Zea mays* L.) para a obtenção e avaliação de híbridos forrageiros**. 2002. 92 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP.

SILVA, P. C.; OSUNA, J. T. A.; ARAÚJO, S. M. C. de; QUEIROZ, S. R. de O. D.; PAIVA, L. M. Seleção recorrente recíproca para a obtenção de híbridos interpopulacionais de milho forrageiro (*Zea mays* L.). In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DEL MAIZ, 18., 1999, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas, 1999. p. 475-484.

TAYLOR, C. C.; ALLEN, M. S. Interactions of corn grain endosperm type and brown midrib 3 corn silage on site of digestion and ruminal kinetics in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, n. 4, p. 1425-1433, Apr. 2005b

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

VALENTE, J. O. Introdução In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). **Milho para silagem: tecnologias, sistemas e custo de produção**. Sete Lagoas, 1991. p. 5-7. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica; n. 14).

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, P. J.; LEWIS, J. B. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, Oct. 1991.

VASCONCELOS, R. C. de. **Resposta de milho e sorgo para silagem a diferentes alturas de corte e datas de semeadura**. 2004. 124 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VILELA, D. Silagem. **Imagem Rural**, São Paulo, v. 2, n. 18, p. 36-42, maio 1995.

VILLELA, T. E. A. **Época de semeadura e de corte de plantas de milho para silagem**. 2001. 86 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VERBIC, J.; STEKAR, J. M. A.; CEPON, M. R. Rumen degradation characteristics and fibre composition of various morphological parts of different maize hybrids and possible consequences for breeding. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 54, n. 1/4, p. 133-148, Aug. 1995.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. Nota dos revisores. In: RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Tradução de: Suzana Oellers Ferreira. Revisão e adaptação: Renzo Garcia Von Pinho; Ramon Correia de Vasconcelos. Piracicaba: Potafos, 2003. p. 17. (Arquivo do Agrônomo, 15; Encarte de Informações Agronômicas, 103). Título original: How a corn plant develops.

WOLF, D. P.; COORS, J. G.; ALBRECHT, K. A.; UNDERSANDER, D. J.; CARTER, P. R. Agronomic evaluations of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 6, p. 1359 - 1365, Nov./Dec. 1993.

TABELA 1A. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), altura de espiga (AE), produtividade de matéria verde (PMV), produtividade de matéria seca (PMS), estande e produtividade de grãos (PROD). UFLA, Lavras, MG, 2006.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS				
		AP (m)	AE (m)	PMV (kg ha ⁻¹)	PMS (kg ha ⁻¹)	PROD (kg ha ⁻¹)
Bloco	2	162,01	88,41	7098505,87	3004420,54	176753,39
Híbrido (H)	22	10027,63**	802,93**	158936223,65**	21818099,33**	4211410,41**
Erro	44	237,32	236,13	14176156,95	2929084,49	436793,69
CV(%)		7,9	15,5	12,0	14,9	9,8
Média		1,95	0,99	58.188	31.370	6.714

** e * significativo, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 2A. Resumo das análises de variância para porcentagem de fibra em detergente neutro (% FDN), porcentagem de fibra em detergente ácido (% FDA), porcentagem de proteína bruta (%PB) e porcentagem de matéria seca (%MS). UFLA, Lavras, MG, 2006.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		% FDN	% FDA	% PB	% MS
Bloco	2	37139,32	43826,91	1862,26	179461,87
Híbrido (H)	22	309317,69**	122839,94**	5992,51**	34888,58**
Erro	44	61251,12	24399,44	2676,76	90046,47
CV(%)		5,55	6,86	6,93	8,21
Média		44,6	22,8	7,5	36,5

* e ** significativo, a 1% e 5% probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.
Valores expressos em % de matéria seca.

TABELA 3A. Resumo da análise de variância para parâmetros cinéticos da degradabilidade (kd, A, B e C), para degradabilidade no tempo 24 horas (DEG) e para degradabilidade efetiva (DEF). UFLA, Lavras, MG, 2006.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS					
		kd (%.h ⁻¹)	A (% MS)	B (% MS)	C (% MS)	DEG (% MS)	DEF ¹ (% MS)
Bloco	2	275213,28	105190,22	5309460,62	6021668,35	520420,71	111969,75
Híbrido (H)	22	25514,84*	288318,98**	1141815,80**	799785,82**	824544,62**	465118,10**
Erro	44	13619,53	21383,40	131423,50	118251,51	110183,41	58996,87
CV (%)		27,38	9,49	6,47	12,04	6,70	6,05
Média		4,3	15,40	56,05	28,55	40,17	49,55

* e ** significativo, a 1% e 5% probabilidade, pelo teste de F.

¹ DEF = A + B ($kd / kd + kp$); $kp = 0,05 \text{ \%} \cdot \text{h}^{-1}$.