



ÁLVARO DE OLIVEIRA SANTOS

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E
DEGRADAÇÃO DE GRÃOS E DA PLANTA DE
MILHO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE
SEMEADURA E DE MATURIDADE**

LAVRAS - MG

2012

ÁLVARO DE OLIVEIRA SANTOS

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E DEGRADAÇÃO DE GRÃOS
E DA PLANTA DE MILHO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE
SEMEADURA E DE MATURIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia / Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Renzo Garcia Von Pinho

LAVRAS - MG

2012

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Santos, Álvaro de Oliveira.

Características agronômicas e degradação de grãos e da planta
de milho em diferentes épocas de semeadura e de maturidade /
Álvaro de Oliveira Santos. – Lavras : UFLA, 2012.

61 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Renzo Garcia Von Pinho.

Bibliografia.

1. *Zea mays*. 2. Densidade de grãos. 3. Digestibilidade. 4.
Forragem. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.15

ÁLVARO DE OLIVEIRA SANTOS

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E DEGRADAÇÃO DE GRÃOS
E DA PLANTA DE MILHO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE
SEMEADURA E DE MATURIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia / Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2012

Dr. José Luiz de Andrade Rezende Pereira IFSULDEMINAS

Dr. Thiago Fernandes Bernardes UFLA

Dr. Renzo Garcia Von Pinho
Orientador

LAVRAS – MG

2012

*Aos meus pais Silvio e Silvana,
Aos meus irmãos Silvia, Raul e Fábio,
As minhas avós Maria Inês (in memoriam) e Irondina (in memoriam)*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos para a realização do curso.

Ao professor Renzo Garcia Von Pinho pela confiança, orientação, conhecimentos transmitidos e bons exemplos profissionais durante toda a minha formação na Universidade. MUITO OBRIGADO!

Ao professor José Luiz de Andrade Rezende Pereira pelo convívio, amizade e ensinamentos transmitidos desde a graduação.

Ao professor Thiago Fernandes Bernardes (DZO) pela colaboração e disponibilidade em participar da banca de defesa.

Ao professor João Chrisostomo (DMV) e seus orientados Tiago e Anselmo pela disponibilidade das vacas fistuladas.

Ao amigo Matheus Henrique Silveira Mendes pela amizade e auxílio nas análises estatísticas.

Aos funcionários do DZO que auxiliaram na elaboração e fornecimento do trato as vacas.

Aos colegas e amigos do curso de FITOTECNIA pelo convívio e amizade.

Aos colegas e amigos do GRUPO DO MILHO pelo convívio e amizade durante todos esses anos e auxílio na condução dos experimentos.

Um agradecimento aos amigos envolvidos na condução deste trabalho: José Luiz, Alano, Rodolfo, Vitor, Diego, Beterraba, Bokão, Marcinho, Edmir, Tomaz e Ivan.

Aos amigos e moradores da república, Matheus, Hugo, Helon, Raul e Marco Aurélio pelo convívio e apoio.

À Marli, pelo apoio e auxílio durante todas as etapas do curso.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura, João Pila, Maguinho, Agnaldo, Júlio e Alessandro pela amizade e apoio.

A minha família pelos conselhos e apoio constante.

A todos os amigos nesses anos de Universidade.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a degradação de grãos e da planta de híbridos de milho de alta e baixa densidade de grãos em diferentes épocas de semeadura e de maturidade de plantas e verificar a correlação entre o teor de matéria seca da planta inteira, a produtividade de matéria seca e de grãos com a degradabilidade do grão e da forragem. O trabalho foi conduzido em área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, situada no município de Lavras, MG. Foram conduzidos dois experimentos com semeadura realizada em 11/11/2010 e 12/12/2010 sob sistema convencional de cultivo. Foram utilizados oito híbridos de milho de diferentes características agronômicas, reunidos em grupos de alta e baixa densidade de grãos. Os híbridos de milho foram colhidos em três estádios de maturação dos grãos: meia linha de leite, três quartos da linha de leite e camada negra. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 8 (híbridos) x 3 (épocas de corte) com três repetições. Foram avaliadas a degradabilidade da matéria seca (DEG) da planta inteira, DEG do grão, DEG do grão moído, teor de matéria seca da planta inteira, produtividade de matéria seca da planta inteira, produtividade de grãos e densidade de grãos. Realizou-se uma análise de variância individual para cada experimento e posteriormente uma análise de variância conjunta. Foram obtidas estimativas de correlação entre as médias das variáveis. O grupo de híbridos que possuem baixa densidade de grãos é o mais indicado para a produção de forragem de milho, pois apresentam maior produtividade de matéria seca, de grãos e degradabilidade da forragem da planta inteira. A semeadura realizada em novembro é mais indicada para a produção de forragem de milho. A colheita das plantas na ½ LL proporciona maior qualidade da forragem. A degradação de grãos é mais dependente do estágio fenológico da planta e da produtividade de grãos do que da densidade dos grãos. A degradabilidade da matéria seca da planta inteira tem maior correlação com a degradabilidade dos grãos e com o teor de matéria seca.

Palavras-chave: *Zea mays*. Forragem. Degradabilidade do grão. Degradabilidade da planta.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the degradation of grain and plant corn hybrids of high and low density grains at different times of sowing and maturity of plants and verify the correlation between dry matter content of whole plant, the productivity dry matter and grain with the degradability of grain and forage. The study was conducted in the experimental area, Department of Agriculture from Federal University of Lavras, located in Lavras, MG. Two experiments were conducted with sowing on 11/11/2010 and 12/12/2010 under tillage system. Eight corn hybrids were used of different agronomic characteristics, gathered in groups of high and low density of grains. The corn hybrids were harvested at three grain maturity stages: half milk line, three quarters of the milk line and black layer. The randomized block design in factorial scheme 8 (hybrid) x 3 (cutting times) with three replications was used. The degradability of dry matter (DEG) of whole plant, DEG of grain, DEG of milled grain, dry matter content of whole plant, dry matter yield of whole plant, grain yield and grain density were evaluated. It was carried out individual analysis of variance for each experiment and subsequently a joint analysis of variance. It was obtained estimates of the correlation between mean variables. The hybrids group that have a low density of grains is the most suitable for the production of corn forage, because they present higher dry matter yield of grain and forage degradability of the whole plant. The sowing realized in November is the best suited for the corn forage production. The plants harvesting at the $\frac{1}{2}$ LL provides better forage quality. The grains degradation is more dependent on the phenological stage of plant and grain yield than the grains density. The dry matter degradability of whole plant has a higher correlation with the degradability of grain and with the dry matter content.

Keywords: *Zea mays*. Forage. Grain degradability. Plant degradability.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características dos híbridos utilizados nos experimentos. UFLA, Lavras, MG, 2012.....	27
Tabela 2	Resumo da análise de variância conjunta para degradabilidade da planta inteira (DEGPI), do grão (DEGG), do grão moído (DEGGM), teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de matéria seca (PMS), de grãos (PG) e densidade de grãos (D) de oito híbridos colhidos em três estádios de maturação e em duas épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, 2012.....	33
Tabela 3	Degradabilidade da planta inteira (DEGPI), do grão (DEGG), do grão moído (DEGGM), teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de matéria seca (PMS), de grãos (PG) e densidade de grãos (D) para os grupos de alta e baixa densidade de grãos colhidos em três épocas de corte e duas épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, 2012	35
Tabela 4	Degradabilidade da planta inteira (DEGPI), do grão (DEGG), do grão moído (DEGGM), teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de matéria seca (PMS), de grãos (PG) e densidade de grãos (D) em função da época de semeadura. UFLA, Lavras, MG, 2012	39
Tabela 5	Degradabilidade média da planta inteira (DEGPI), do grão (DEGG), do grão moído (DEGGM), teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de matéria seca da planta inteira (PMS), de grãos (PG) e densidade de grãos (D) em função da época de corte, UFLA, Lavras, MG, 2012	42

Tabela 6	Teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de grãos (PG) e densidade de grãos (D) em função das épocas de corte e grupos de alta e baixa densidade. UFLA, Lavras, MG, 2012.....	47
Tabela 7	Coefficientes de correlação entre degradabilidade da planta inteira (DEGPI), do grão (DEGG), do grão moído (DEGGM), teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de matéria seca (PMS), produtividade de grãos (PG) e densidade de grãos (D) para os grupos de alta e baixa densidade de grãos, em três épocas de corte e duas épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, 2012	48
Tabela 1A	Resumo da análise de variância para a degradabilidade da planta inteira(DEGPI), do grão (DEGG), do grão moído (DEGGM), teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de matéria seca (PMS), produtividade de grãos (PG) e densidade de grãos (D) para a semeadura realizada em novembro. UFLA, Lavras, MG, 2012.....	60
Tabela 1B	Resumo da análise de variância para a degradabilidade da planta inteira(DEGPI), do grão (DEGG), do grão moído (DEGGM), teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de matéria seca (PMS), produtividade de grãos (PG) e densidade de grãos (D) para a semeadura realizada em dezembro. UFLA, Lavras, MG, 2012.....	61

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Características do grão de milho	13
2.2	Textura e densidade dos grãos de milho	14
2.3	Processamento dos grãos de milho	18
2.4	Época de semeadura e qualidade da forragem	19
2.5	Época de corte e degradabilidade da forragem de milho	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1	Instalação e condução dos experimentos	25
3.2	Coleta e preparo das amostras	27
3.2.1	Degradabilidade <i>in situ</i>	28
3.3	Características avaliadas	30
3.4	Análise estatística	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS	52
	ANEXOS	60

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho possui destaque como fonte de alimentação animal de alta qualidade, seja na forma de volumoso (silagem) ou na forma de grãos. Alta produção de matéria seca por unidade de área, valor energético elevado, facilidade de colheita mecânica e bons padrões de fermentação da silagem são características que possibilitam a utilização da planta de milho na alimentação de bovinos.

Aproximadamente 10% da área total cultivada com milho no Brasil é destinada a produção de silagem (SILVA, 2002). O emprego do processo de ensilagem como forma de conservação de alimento é frequentemente utilizado no Brasil, pois se consegue um melhor aproveitamento da produção de matéria seca dos vegetais durante todo o ano.

Características como tipo de endosperma presente no grão e qualidade da fibra da planta variam entre as cultivares de milho e podem interferir no valor nutritivo da forragem; portanto, esses fatores devem ser considerados na escolha da cultivar para produção de forragem de milho. Outros fatores como a época de semeadura e ponto de colheita, além de fatores ambientais, também devem ser considerados em um sistema de produção de silagem de milho, pois podem afetar a degradabilidade da forragem e influenciar na qualidade final da silagem (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

No Brasil predomina a oferta e utilização de híbridos de milho de grãos de textura dura, tanto para a produção de grãos quanto para produção de silagem. Esses híbridos apresentam endosperma do grão de alta densidade e vitreosidade, que possuem menor degradação ruminal quando comparados aos grãos de textura farinácea (CORRÊA et al., 2002).

Segundo Cruz, Pereira Filho e Silva (2011), das 489 cultivares disponibilizadas para a safra 2011/2012, apenas 5,7% possuem grãos de textura

farinácea, isso porque as empresas produtoras de sementes ainda consideram o mercado de sementes de milho destinado à produção de silagem, pouco expressivo, demonstrando que programas de melhoramento específicos nessa área ainda são escassos. Nesse sentido, Davide et al. (2011) e Gomes et al. (2004) ressaltaram que as características de degradabilidade da matéria seca da planta e tipo de endosperma do grão devem ser utilizadas como parâmetros na obtenção de genótipos superiores para a produção de silagem, uma vez que a herdabilidade para essas características são altas, possibilitando o sucesso com a seleção.

Silva et al. (2008) relataram que os grãos de milho são mais digestíveis do que as folhas e colmo da planta e, conseqüentemente, o aumento de sua proporção na silagem favorece um aumento no valor nutritivo do volumoso, visto que a digestibilidade da forragem influencia diretamente o consumo e o desempenho animal.

Porém, nos últimos anos, alguns trabalhos desenvolvidos sugerem que a qualidade final da forragem de milho está mais associada a características qualitativas dos componentes vegetativos da planta do que ao grão (MENDES et al., 2008; PEREIRA et al., 2011).

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a degradação de grãos e da planta de híbridos de milho de alta e baixa densidade de grãos em diferentes épocas de semeadura e de maturidade de plantas e verificar a correlação entre o teor de matéria seca da planta inteira, a produtividade de matéria seca e de grãos com a degradabilidade do grão e da forragem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características do grão de milho

O grão de milho pode ser dividido em quatro porções distintas: o pedicelo, embrião, pericarpo e o endosperma, sendo essas estruturas compostas basicamente de amido, óleos e proteínas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O pedicelo é responsável pela ligação entre o grão e o sabugo, sendo este componente composto por material proteico, não exercendo influência na qualidade final do grão.

O pericarpo é uma camada externa responsável pela proteção dos elementos estruturais do grão a algumas adversidades como clima e ataque de insetos e microrganismos.

O endosperma é composto por quatro estruturas. Da porção mais externa para a mais interna do endosperma estão localizadas a camada de aleurona, a sub-aleurona, o endosperma vítreo e o endosperma farináceo (KOTARSKI; WANISKA; THURN, 1992).

Os endospermas farináceo e vítreo correspondem a 82% do peso seco do grão, sendo mais de 70% dessa constituição relacionada ao amido (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A presença de amido no grão é uma das principais razões para a ensilagem de planta inteira de milho. O amido, que é um carboidrato não fibroso de rápida degradação no rúmen, proporciona valor energético à silagem de milho, reduzindo a necessidade de alimentos concentrados na dieta animal.

A degradação ruminal do amido é influenciada por diversos fatores, podendo variar em função do genótipo e do estágio de maturidade da planta, demonstrando a importância da escolha correta do híbrido para a produção de forragem.

2.2 Textura e densidade dos grãos de milho

A textura do grão de milho é um dos principais fatores responsáveis pelo valor nutritivo final da forragem de planta inteira. A utilização de híbridos de milho com textura farinácea bem como a colheita da planta em época ideal são condições para a obtenção de forragem mais degradável. Materiais de textura dura ou semidura colhidos tardiamente resultam em taxa de passagem ruminal mais rápida do amido, gerando maiores perdas por excreção (TAYLOR et al., 2005).

Segundo Watson (1988) é a quantidade de endosperma vítreo proporcionalmente ao endosperma farináceo que determina a textura do grão. A textura também está relacionada com a continuidade da matriz proteica, com a quantidade e tamanho dos corpos proteicos e grânulos de amido. Grãos de textura farinácea possuem maior proporção de amido mole e poroso e de baixa densidade. Os grãos de milho de textura dura possuem camada fina de endosperma vítreo no topo do grão que mantém a superfície superior externa da semente com aspecto arredondado em todos os estádios de maturidade da planta (CORRÊA et al., 2002), apresentando maior proporção de endosperma vítreo e consequentemente de maior densidade de grãos que híbridos farináceos, possuindo grânulos de amido envolvidos por uma matriz proteica contínua que limita a digestão por microrganismos ruminais (MCALLISTER et al., 1993). A interação entre o amido e a proteína pode reduzir a hidrólise enzimática, reduzindo a digestibilidade do carboidrato. Essa composição da matriz proteica difere nos endospermas farináceo e vítreo e está relacionada com a textura dos grãos de milho.

Outros diferentes tipos de endosperma ainda podem ser encontrados, sendo divergentes quanto à textura, principalmente devido a alterações na

qualidade da proteína do endosperma e no teor de amido (LOPES; LARKINS, 1993).

No Brasil, há uma predominância na oferta e utilização de híbridos com grãos de textura dura, nos quais predominam endosperma de alta densidade e vitreosidade. Esse fato pode ser explicado devido aos programas de melhoramento de regiões tropicais visarem à manutenção da qualidade dos grãos frente às adversidades, resultando em genótipos com endosperma mais resistente. Nesse sentido, Corrêa et al. (2002) desenvolveram um trabalho comparando híbridos de milho do Brasil e Estados Unidos e verificaram que o híbrido brasileiro menos vítreo tem maior vitreosidade que o híbrido mais vítreo norte-americano, evidenciando a baixa oferta de sementes de milho farináceo no Brasil.

Pereira et al. (2011) observaram que a fração grãos contribui, em média, com 43% da produção de matéria seca da planta toda, e assim influencia marcadamente a sua digestibilidade. Já a porção da parte vegetativa, relativamente menos digestível, pode levar a diminuição do incremento da qualidade atribuído à alta produção de grãos, confirmando a importância de uma maior participação dos grãos na matéria seca total da planta inteira.

Em grãos de genótipo farináceo, o endosperma farináceo está presente em maior proporção, ao contrário do que ocorre em grãos de genótipo duro, onde o endosperma presente em maior proporção é o vítreo (PHILIPPEAU; MICHALET-DOREAU, 1998).

Nesse contexto, Pereira et al. (2004) avaliaram o efeito da textura do grão de milho em diferentes estádios de desenvolvimento e verificaram que, com o avanço da maturidade, o aumento na vitreosidade foi mais relevante para materiais de textura dura (67%) quando comparado a materiais de textura farinácea (44%). Com o decorrer da maturidade, um decréscimo na degradabilidade ruminal do amido é maior em milhos duros do que em milhos

farináceos. Os mesmos autores observaram decréscimos na degradabilidade ruminal com o avanço da maturidade, onde o ganho diário de vitreosidade nos milhos duros foi 0,51 unidades percentuais ao passo que nos farináceos o ganho foi de 0,29.

Estudando a utilização de silagem de milho de textura de grão farinácea, Corrêa et al. (2003) concluíram que o desempenho de vacas alimentadas com milho dentado ensilado em estágio de maturidade mais tardio (camada negra) foi similar ao de vacas alimentadas com milho duro ensilado no estágio metade da linha de leite. Isso infere em ampliação do período de ensilagem de híbridos de milho de textura de grão farinácea sem perdas na qualidade do material. Em outro trabalho, Caestine et al. (2001) observaram que a degradabilidade ruminal *in situ* do grão de híbridos de milho de textura farinácea colhidos no estágio camada negra foram superiores que a degradabilidade de híbridos de textura dura, colhidos no mesmo estágio de maturidade em mais de duas vezes.

Sonon et al. (1993) demonstraram que o aumento da porcentagem de grãos corresponderia a uma silagem de planta inteira de melhor qualidade. Os autores retiraram as espigas no momento da ensilagem e ensilaram o material reconstituído com a espiga em proporções que variaram de 0 a 65% de grãos na matéria seca. Verificaram que houve aumento significativo no consumo e digestibilidade animal com uma maior proporção de grãos na matéria seca, uma vez que a digestibilidade da matéria seca passou de 55,7 para 69,1%. Os mesmos autores verificaram uma redução na fibra em detergente neutro (FDA), melhorando assim a qualidade da silagem de planta inteira de milho. Nesse mesmo contexto, Caetano (2001) observou correlação significativa e positiva entre a digestibilidade da matéria seca com o aumento na proporção de grãos na matéria seca da planta.

Lauer (2001) realizou um estudo comparando as diversas cultivares utilizadas nos Estados Unidos na década de 30 com as usadas nos anos 90 e

relataram que o aumento observado na produção e qualidade da planta de milho como forragem pode ser atribuído ao aumento na produção de grãos, sendo os grãos altamente degradáveis e influenciando na redução da concentração de fibras, aumentando a digestibilidade da forragem. Além disso, verificaram pequenas alterações na qualidade da fibra da fração haste das diferentes cultivares utilizadas naquele país. Vale ressaltar que nos Estados Unidos utilizam-se híbridos de textura farinácea, que são favoráveis à produção de silagem de maior qualidade.

Outro fator que merece destaque está relacionado com a densidade dos grãos de milho. A correlação entre vitreosidade e densidade de grãos é alta (CORREA et al., 2002; PHILLIPEAU; LE DESCHAULT; MICHALET-DOREAU, 1999) e essa inferência pode ser utilizada com segurança na obtenção de informações referentes à vitreosidade do grão.

Grãos de maior densidade possuem maior porcentagem de endosperma vítreo, o que sugere menor digestibilidade da silagem de planta inteira devido à grande participação do grão na composição final da matéria seca desse produto. Cultivares de endosperma duro e semiduro apresentam maiores valores de densidade e também um melhor empacotamento dos grânulos de amido. Há relatos na literatura de que a correlação entre digestibilidade e vitreosidade do grão é altamente negativa, principalmente em estádios mais avançados de maturidade da planta (CORRÊA et al., 2002; NGONYAMO-MAJEE et al., 2008).

A textura e densidade dos grãos podem ser fatores limitantes tanto para a digestibilidade da matéria seca total quanto para a degradabilidade do amido.

2.3 Processamento dos grãos de milho

O processamento do grão de milho é importante na produção de uma forragem de alto valor nutritivo. O processamento dos grãos em partículas de tamanho adequado, aliado a um grão de endosperma menos denso, pericarpo fino e baixo teor de amilose podem resultar em uma maior digestibilidade do amido, podendo chegar a 99% (ZINN; OWENS, 2005). Maior tamanho das partículas do grão na composição da silagem de planta inteira resulta em menor digestibilidade e absorção do amido (JOHNSON et al., 2002). Para um mesmo tamanho de partículas de grão, a degradabilidade do amido e digestibilidade intestinal diminuem com o aumento da proporção de endosperma vítreo do grão (RAMOS et al., 2009).

Alguns trabalhos realizados com o objetivo de avaliar o efeito do tipo de processamento dos grãos de milho no aumento do consumo, da digestibilidade do amido e na melhora do desempenho animal, não observaram efeito significativo do tipo de processamento sobre essas características (DHIMAN et al., 2000; GOROCICA-BUENFIL; LOERCH, 2005). Porém, as observações feitas por esses autores indicaram aumento da digestibilidade do amido e maior ingestão de matéria seca pelo animal.

Corona, Owens e Zinn (2006), avaliando métodos de processamento e o efeito da vitreosidade na digestibilidade do grão de milho, concluíram que com um maior tamanho das partículas do grão, híbridos mais vítreos tendem a diminuir a digestibilidade da matéria seca e do amido, o que não foi observado quando os mesmos foram submetidos a uma moagem mais fina, resultando em menor tamanho de partículas. Provavelmente esse fato está relacionado ao aumento da área de contato dos grãos com as bactérias do rúmen e à quebra da matriz proteica, o que propicia maior taxa de degradação, mesmo em grãos com endosperma mais vítreo.

2.4 Época de semeadura e qualidade da forragem

A produtividade de matéria seca varia entre genótipos e, devido às condições ambientais, também é dependente da época de semeadura. Nas principais regiões pecuárias do Sul de Minas, a semeadura do milho é realizada nos meses de outubro e novembro. Porém, em alguns casos a semeadura ocorre em dezembro e até mesmo em janeiro (PINHO et al., 2007). Na região de Lavras é comum períodos de pequena estiagem no final do mês de janeiro e início do mês de fevereiro. A semeadura na época ideal minimiza os riscos associados à cultura referentes principalmente a fases importantes no desenvolvimento da planta, relacionadas em maior magnitude ao período de florescimento e enchimento de grãos, onde a água é essencial para os processos de fertilização e translocação de nutrientes na planta (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Gomes et al. (2004) observaram que a semeadura do milho para produção de silagem na época recomendada aumenta não só a produtividade de silagem, mas também a qualidade da silagem produzida. Os autores relataram ainda que o atraso na época de semeadura ainda é um fato comum, devido a fatores como: atraso do início do período chuvoso, dependência do aluguel de maquinários e implementos, e até mesmo por falta de informações dos produtores quanto à época ideal de semeadura.

Dias (2002) ressalta a importância da época de semeadura na obtenção de forragem de qualidade superior. Em experimento instalado em dezembro, o autor avaliou vinte híbridos de milho quanto a características agrônômicas e químicas e verificou baixa degradabilidade da matéria seca da planta inteira, possivelmente ocasionada por condições climáticas não favoráveis ao desenvolvimento da cultura principalmente na fase de enchimento de grãos, sendo atribuída a esse fator a causa da queda de qualidade da forragem. Nesse sentido, espera-se uma diminuição na matéria verde produzida.

Em trabalho conduzido no Sul de Minas Gerais, com o objetivo de avaliar a influência da época de semeadura na produtividade e na qualidade da forragem, Pinho et al. (2007) verificaram que houve redução na produção de matéria seca e de grãos em decorrência de uma semeadura mais tardia.

Villela et al. (2003) avaliando nove híbridos de milho para a produção de silagem em duas épocas de semeadura (novembro e dezembro), observaram valores inferiores de degradabilidade da matéria seca da planta inteira, teor de proteína bruta e FDA na semeadura realizada em dezembro.

Ramalho, Ramalho e Ribeiro (2001) mostraram que o efeito do atraso na época de semeadura na produção de matéria seca da forragem é similar ao da produção de grãos, visto que a correlação entre a expressividade dessas duas características foi alta.

2.5 Época de corte e degradabilidade da forragem de milho

As frações que possuem a maior porcentagem da planta de milho são os grãos, variando de 40 a 45% e a fração vegetativa, variando entre 50 e 55% da planta de milho (PEREIRA et al., 2011).

A porcentagem de matéria seca da planta deve estar entre 30 e 40% no momento do corte para produção de forragem, fato que normalmente ocorre quando os grãos se encontram com metade da linha de leite, podendo variar em função do híbrido e da textura do grão. Nessa fase, ocorre um decréscimo na produção de matéria verde e um aumento significativo na produção de matéria seca, com consequente melhoria das características de fermentação do material ensilado (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Zopollatto (2007) relata que a partir da década de 80, várias cultivares lançadas no mercado apresentaram aumentos significativos na produção de grãos, de matéria seca e de matéria seca digestível por hectare. Porém, esse

aumento era observado em fases mais avançadas de desenvolvimento da planta, o que resultava em menor degradabilidade da fração amido dos grãos e da porção vegetativa da planta, o que indicava a importância da época da corte da planta para a produção de forragem.

Há um consenso entre os pesquisadores de que a época de corte ideal da planta de milho para a produção de silagem é quando a planta apresenta alto rendimento de matéria seca, alto teor de amido e baixo teor de fibra. A definição do estágio de maturação na colheita do híbrido para ensilagem deve visar à redução no teor de fibra em detergente neutro (FDN), de degradação lenta no rúmen, e a maximização do teor de amido, este último, preferencialmente com a máxima digestibilidade (JOHNSON et al., 1999). Porém, a escolha da época de corte ideal ainda é um assunto controverso, uma vez constatada a grande variabilidade entre características agrônomicas e morfológicas existentes entre os híbridos de milho disponíveis no mercado brasileiro (ZOPOLLATTO et al., 2009).

Além disso, a determinação do ponto de colheita é um importante fator a ser considerado, uma vez que influencia no processo de fermentação da forragem no silo.

O ponto de maturidade da planta pode ser identificado através da observação da linha de leite do grão de milho, uma vez que observou-se correlação entre o teor de matéria seca da planta e a linha de leite dos grãos (AFUAKWA; CROOKSTON, 1984). Esses resultados foram confirmados por Lauer (1999), sugerindo que o teor de matéria seca da planta deva ser o critério utilizado para confirmação do ponto ótimo da colheita de planta de milho para a ensilagem, sendo a evolução da linha de leite no grão o principal fator indicador do momento de se iniciar as determinações dos teores de matéria seca da planta inteira.

Existem evidências sobre a influência do estágio de maturidade do milho no valor nutritivo da forragem. O valor nutritivo das silagens de milho também está relacionado com os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Em estádios iniciais de desenvolvimento da planta inteira de milho, o teor de FDN é alto devido à baixa presença de amido. Com o decorrer da maturidade fisiológica, a presença de amido nos grãos dilui o teor de FDN da planta inteira de milho. Essa diluição, devido ao aumento da proporção de grãos na planta inteira do milho, ocasiona queda dos teores de FDN e FDA (BALLARD, 2001). Nesse sentido, Caetano (2001) verificou coeficientes de correlação significativos e negativos entre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca com os teores FDN, FDA, de celulose, hemicelulose e lignina.

Entre os fatores que afetam o valor nutritivo da forragem, a digestibilidade da matéria seca também deve ser considerada. Essa característica permite uma indicação mais segura sobre o valor nutricional da cultivar de milho a ser ensilada (PEREIRA et al., 2011).

A maturidade avançada do milho influencia diretamente a degradabilidade e produtividade da planta. Pereira et al. (2011) observaram um aumento na produção e participação do grão na matéria seca com o avanço na maturidade da planta, sendo este componente o que mais contribuiu para o aumento na produtividade da matéria seca total da planta inteira.

Filya (2004) e Lewis, Cox e Cherney (2004) relataram que o teor de matéria seca afeta a produção de matéria seca total e degradabilidade da forragem e, portanto, exercem influência na produção de matéria seca digestível (PMSD). Nesse contexto, Thomas et al. (2001), em estudo de comparação de híbridos de milho para silagem, verificaram PMSD de 11,4 t.ha⁻¹ em materiais colhidos com 49,2% de matéria seca e PMSD de 11 t.ha⁻¹ em plantas colhidas com 53,9% de matéria seca.

Nesse sentido, Caetano (2001) mencionou que o ponto de colheita das plantas de milho para confecção de silagem é um fator importante na tomada de decisão, afetando diretamente a produção de forragem por área, a qualidade e o consumo de silagem obtida, determinando os níveis de produtividade a serem alcançados e conseqüentemente os resultados econômicos em determinado sistema de produção animal. Nesse caso, a decisão pelo momento de colheita deve considerar que a planta deveria ser colhida em um estágio fisiológico no qual o teor de FDN estivesse diluído pelo progressivo aumento no teor de amido decorrente do enchimento do grão. O enchimento do grão e a perda de digestibilidade dos componentes da haste são eventos concomitantes, e assim historicamente observou-se mínima variação na digestibilidade da matéria seca com o aumento no teor de matéria seca na planta, desde o estágio de grãos leitosos até o de grãos duros (NUSSIO; CAMPOS; DIAS, 2001).

Jensen et al. (2005), avaliando o efeito da maturidade na degradabilidade da planta inteira concluíram que, tanto a digestibilidade do amido como a digestibilidade total da planta inteira *in vivo* decresceu linearmente com o avanço da maturação.

Bal (2006) observou que o avanço na maturidade da planta de 30 para 35% de matéria seca provocou a redução na degradabilidade *in situ* da matéria seca, tendo esse efeito mais pronunciado quando as plantas foram colhidas com quase 50% de teor de matéria seca, com degradabilidade de apenas 23,5%. A redução acentuada nesse estágio pode ser explicada, segundo o autor, pela baixa digestibilidade da fração fibrosa da planta e pela taxa de passagem do grão inteiro, resultando em menor digestibilidade do amido.

Zeoula et al. (2003), estudando cinco híbridos de milho, concluíram que o avanço no estágio de maturação da planta influencia negativamente a digestibilidade de matéria seca da planta inteira. Os mesmos autores também concluíram que o híbrido de menor produção de matéria seca por hectare

apresentou maior produção de matéria seca digestível da planta inteira, o que demonstra a existência de materiais que podem ser utilizados de maneira apropriada para a produção de silagem de milho de alta qualidade.

Além disso, a degradabilidade da planta inteira de milho influencia o desempenho animal. Alguns trabalhos demonstraram a relação entre a digestibilidade da silagem e o desempenho animal, indicando que híbridos de milho mais digestíveis resultam em melhoria na eficiência da alimentação e, conseqüentemente, um melhor desempenho dos animais (BARRIÉRE; DENOUE; THOMAS, 2008; NASCIMENTO et al., 2008).

Nesse contexto, programas de melhoramento direcionados à obtenção de híbridos com características desejáveis para a produção de silagem devem utilizar a degradabilidade da matéria seca da planta inteira como parâmetro para o desenvolvimento de materiais com maior digestibilidade de fibras e com maior qualidade de endosperma do grão, uma vez que a herdabilidade para essas características são altas, possibilitando sucesso com a seleção (DAVIDE et al., 2011; GOMES et al., 2004).

A identificação de híbridos de milho que permanecem com boa qualidade da fibra e boa quantidade de grãos é uma estratégia para melhorar o valor nutritivo da forragem de milho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalação e condução dos experimentos

O trabalho foi conduzido em área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, situada no município de Lavras, MG. A área experimental encontra-se a 918 m de altitude média, a 21°14 de latitude Sul e 45°00 de longitude Oeste. O clima da região é do tipo Cwb, temperado suave (mesotérmico) e apresenta temperatura média anual de 19,3°C e precipitação média anual de 1411 mm (BRASIL, 1992). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), textura argilosa e declividade de 9%.

Foram instalados dois experimentos no ano agrícola de 2010/2011, o primeiro em 11/11/2010 e o segundo em 12/12/2010, ambos sob sistema convencional de cultivo. Em cada época de semeadura, oito híbridos de milho foram colhidos em três estádios de maturação, sendo na meia linha de leite (1/2 LL), em três quartos da linha de leite (3/4 LL) e na maturidade fisiológica (camada negra (CN)). O ponto de colheita para cada híbrido foi determinado segundo Afuakwa e Crookston (1984).

Os híbridos escolhidos para a realização deste trabalho são muito utilizados por produtores da região para produção de silagem e apresentam características divergentes quanto à textura do grão, ciclo e base genética (Tabela 1). Vale ressaltar que essas características são repassadas pelas empresas produtoras de sementes desses híbridos.

Durante o período experimental a área apresentou temperaturas médias de 21,3, 23,0, 21,8, 21,8 e 21,9 °C para os meses de novembro/2010, dezembro/2010, janeiro/2011, fevereiro/2011 e março/2011, respectivamente. A precipitação total durante a condução dos experimentos, de 11 de novembro de

2010 a 25 de março de 2011, foi de 986 mm. Os dados de temperatura e precipitação foram coletados na estação meteorológica da Universidade Federal de Lavras.

Na semeadura, a adubação foi de 400 kg.ha⁻¹ da formulação NPK 08-28-16. A adubação de cobertura foi realizada com a aplicação de 350 kg.ha⁻¹ da formulação NPK 30-00-20, quando as plantas encontravam-se com quatro a cinco folhas completamente expandidas. Realizou-se um desbaste quando as plantas se encontravam com três a quatro folhas completamente expandidas com o objetivo de garantir um estande final de 60 mil plantas.ha⁻¹. Para o controle das plantas invasoras, foi utilizado o herbicida a base de atrazine + metalacloro, na dosagem de 4 l.ha⁻¹ do produto comercial em pré-emergência, além de uma aplicação de Atrazine na dosagem de 5 l.ha⁻¹ em pós-emergência. Outros tratamentos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com a necessidade da cultura.

Os híbridos foram avaliados e posteriormente divididos em dois grupos quanto à densidade de grãos. A densidade de grãos foi determinada quando os grãos encontravam-se na camada negra, com a utilização de um picnômetro de 500 ml e expressa em g.cm⁻³. Para o grupo de baixa densidade (AG4051, AG1051, Dow 2C577 e AG5011) observou-se densidade média de 1,10 g.cm⁻³ enquanto o grupo de alta densidade (Dow 2A525, P30F90, Dow 2B710 e NB 7315) apresentou densidade média de 1,15 g.cm⁻³ (Tabela 1).

Tabela 1 Características dos híbridos utilizados nos experimentos. UFLA, Lavras, MG, 2012

Híbrido	Textura do grão	Tipo ¹	Ciclo	Atura de plantas (m)	Densidade de grãos (g.cm ⁻³)	Grupo ²
AG1051	Farinácea	HD	Semiprecoce	2,90	1,10	Baixa
AG 4051	Farinácea	HT	Semiprecoce	2,95	1,10	Baixa
AG 5011	Farinácea	HT	Precoce	2,45	1,09	Baixa
DOW 2A525	Semidura	HS	Precoce	2,70	1,12	Alta
DOW 2B710	Semidura	HS	Precoce	2,55	1,14	Alta
DOW 2C577	Farinácea	HS	Precoce	2,90	1,08	Baixa
NB 7315	Dura	HS	Precoce	2,40	1,17	Alta
P 30F90	Dura	HS	Precoce	2,90	1,16	Alta

¹HS – Híbrido Simples; HT - Híbrido Triplo; HD - Híbrido Duplo.

²Alta densidade e Baixa densidade de grãos.

O delineamento experimental utilizado em cada experimento (época de semeadura) foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 8 (híbridos) x 3 (épocas de corte) com três repetições. A parcela foi constituída por seis linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,8m entre linhas. A terceira e quarta linhas foram consideradas como parcela útil para a coleta dos dados referentes às características de degradabilidade da forragem. A segunda e quinta linhas das parcelas foram utilizadas como parcela útil para a coleta de dados referentes à produtividade de grãos.

3.2 Coleta e preparo das amostras

As plantas das duas fileiras centrais das parcelas foram cortadas a 20 cm do solo no estágio de maturação desejado das espigas (1/2 LL, 3/4 LL e CN), determinados visualmente para cada híbrido nos grãos localizados no terço

médio da espiga nas plantas da bordadura, resultando na colheita dos híbridos em dias diferentes. Foram utilizadas quinze plantas de cada parcela, tomadas ao acaso, para compor a amostra de planta inteira. Posteriormente, essas plantas foram trituradas em picadeira e homogeneizadas para a retirada das amostras. De modo similar, outras quinze plantas de cada parcela, também tomadas ao acaso, foram colhidas para compor a amostra de grãos, que foram congeladas para posterior análise de densidade e degradabilidade.

Uma amostra picada da planta inteira de cada parcela de aproximadamente 600 gramas foi seca em estufa de ventilação forçada a 55°C até atingir peso constante. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo *Willey*, em peneira com crivos de 5 mm para a condução do ensaio de degradabilidade *in situ* da matéria seca da planta inteira. Para os grãos, foram separadas duas amostras de cada parcela, sendo uma com os grãos moídos também em moinho tipo *Willey*, em peneira com crivos de 5 mm e outra, com os grãos cortados ao meio, utilizando um bisturi, visando simular o processo de colheita mecânica da planta, para posterior realização da análise da degradabilidade *in situ*.

3.2.1 Degradabilidade *in situ*

Para avaliação da degradabilidade *in situ* foram utilizadas três vacas com cânula ruminal, uma da raça *Jersey* não lactante e não gestante e duas da raça *Holandesa*, lactantes e não gestantes. Esses animais foram submetidos a um período de adaptação de 15 dias, recebendo uma dieta a base de silagem de milho e concentrado a base de milho e farelo de soja em duas alimentações diárias. Essa dieta seguiu-se durante todo o período experimental.

A degradabilidade *in situ* da matéria seca foi determinada segundo metodologia descrita por Pereira (1997). Essas determinações foram efetuadas por meio de incubação ruminal no período de 24 horas.

Os saquinhos utilizados nas avaliações da degradabilidade *in situ* foram confeccionados com tecido “*faillet*” (100% poliéster), com dimensões de 9 x 15 cm. Em cada saquinho foram adicionados cinco gramas de amostra seca da planta inteira, bem como de grãos moídos, correspondendo a uma relação de 18,5 mg.cm⁻². Os grãos seccionados ao meio também foram inseridos nos saquinhos, onde oito gramas dos grãos foram utilizados para representar a amostra. O fechamento das bordas foi feito por meio de solda obtida com o uso de resistência elétrica (máquina seladora).

Os saquinhos foram colocados dentro de um saco de filó com a adição de pesos para mantê-los imersos no rúmen do animal. Após serem retiradas, as amostras foram imediatamente colocadas em água gelada para a paralisação do processo de degradação. Em seguida, foram lavados com leve agitação em sistema de tanque com hélice agitadora, com renovação da água até que esta se apresentasse transparente. Posteriormente, os saquinhos foram colocados novamente em estufa a 55°C até peso constante e, logo depois, pesados.

Além dos sacos de poliéster contendo cada tratamento também foram simultaneamente incubados em cada tempo um saco vazio (branco) para estimar a contaminação por matéria seca microbiana. A contaminação microbiana por grama de saco foi calculada e descontada de cada resíduo de incubação proporcionalmente ao peso do respectivo saco.

A degradação da matéria seca foi calculada como a diferença no peso de matéria seca de cada saquinho em 24 horas de incubação proporcionalmente a matéria seca originalmente incubada, expressa em percentagem.

3.3 Características avaliadas

O teor de matéria seca da planta inteira (MSPI) foi determinado em cada parcela por meio de secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C, até peso constante, expressa em percentagem.

A produtividade de matéria seca (PMS), expressa em kg.ha⁻¹, foi obtida após secagem da amostra verde e picada em estufa de circulação forçada a 55°C até atingir peso constante e posteriormente pesada.

A produtividade de grãos (PG) foi obtida por meio da transformação do peso de grãos obtido na área útil da parcela, expressa em kg.ha⁻¹, corrigidos para o teor de água de 13%;

A degradabilidade da matéria seca da planta inteira (DEGPI) foi calculada como a degradação de matéria seca em 24 horas de incubação proporcionalmente a matéria seca originalmente incubada em cada saquinho, expressa em percentagem.

A degradabilidade do grão cortado ao meio (DEGG) e moído a 5 mm (DEGGM), expressa em percentagem, foi a resultante da degradação de matéria seca em 24 horas de incubação proporcionalmente a matéria seca originalmente colocada em cada saquinho.

A densidade de grãos (D) foi obtida com o uso de um picnômetro de 500 ml⁻¹ (pequeno frasco de vidro de volume invariável), através da expressão:

$$D = \frac{PE_{\text{água}} \times PeG}{PdG}$$

Onde,

D: densidade de grãos, expressa em g.cm⁻³;

PE_{água}: peso específico da água, a 20°C;

PeG: peso da amostra de grãos utilizada;

PdG: peso da água deslocada pelos grãos;

3.4 Análise estatística

Foi realizada uma análise de variância individual para cada experimento e posteriormente realizou-se uma análise de variância conjunta envolvendo as duas épocas de semeadura pelo procedimento GLM (*General Linears Model*) do *software* estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS INSTITUTE, 2001). As variáveis analisadas por esse modelo atenderam as pressuposições da análise de variância.

As médias geradas pelo pacote LSMEANS do SAS foram agrupadas em híbridos de alta e baixa densidade dos grãos. A partir daí, outra análise de variância envolvendo os dois grupos foi gerada pelo procedimento GLM.

Para as épocas de corte (maturação), as médias das características analisadas geradas pelo pacote GLM do SAS foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o *software* estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

Foram obtidas estimativas de correlação de Pearson entre as características avaliadas utilizando o procedimento CORR (*Correlations*) do SAS (SAS INSTITUTE, 2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância individuais estão apresentados nas Tabelas 1A e 1B.

Os híbridos de milho de textura farinácea utilizados neste trabalho apresentaram menor densidade de grãos quando comparado com os de textura dura e semidura (Tabela 1).

A determinação da textura do grão por meio da avaliação visual é uma das maneiras mais rápidas e utilizadas pelas empresas produtoras de sementes. A classificação dos grãos por esse método deve ser utilizada com ressalva, pois avalia apenas o aspecto visual do pericarpo, desconsiderando a composição e estrutura do endosperma (DAVIDE et al., 2011). Neste trabalho observou-se que a classificação feita pelas empresas era eficiente, uma vez que os híbridos de textura dentada apresentaram menor densidade de grãos.

O resumo da análise de variância conjunta envolvendo os grupos de alta e baixa densidade de grãos está demonstrado na Tabela 2.

Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre GRUPOS para todas as características avaliadas, exceto para DEGG. A época de semeadura influenciou todas as características, com exceção da DEGPI. Todas as variáveis foram influenciadas pelas épocas de corte da planta, exceto a PMS. Na interação entre ES x GRUPOS não houve efeito significativo, ao passo que na interação EC x GRUPOS houve diferença nas variáveis MSPI, PG e D. A interação ES x EC x GRUPOS não influenciou significativamente nenhuma das características avaliadas.

A precisão de um experimento pode ser determinada, dentre outras formas, através da verificação da precisão com que a média foi estimada, através do erro padrão da média (EPM). A precisão obtida neste trabalho foi

considerada boa, uma vez que valores de EPM foram considerados de baixa magnitude (Tabela 3, 4, 5 e 6).

Tabela 2 Resumo da análise de variância conjunta para degradabilidade da planta inteira (DEGPI), do grão (DEGG), do grão moído (DEGGM), teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de matéria seca (PMS), de grãos (PG) e densidade de grãos (D) de oito híbridos colhidos em três estádios de maturação e em duas épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, 2012

Fonte de Variação	Variáveis						
	DEGPI	DEGG	DEGGM	MSPI	PMS	PG	D
GRUPOS	0,04	0,71	0,005	<0,001	0,01	0,04	<0,001
ES	0,52	<0,001	0,003	0,003	<0,001	<0,001	<0,001
EC	<0,001	<0,001	0,03	<0,001	0,2	<0,001	<0,001
ES*EC	0,49	0,24	0,43	0,12	0,36	0,14	0,79
ES*GRUPOS	0,59	0,37	0,15	0,06	0,21	0,17	0,18
EC*GRUPOS	0,09	0,14	0,99	<0,001	0,24	0,04	0,03
ES*EC*GRUPOS	0,64	0,52	0,89	0,29	0,98	0,94	0,52

GRUPOS = Probabilidade da significância (*P*) para efeito dos grupos de alta e baixa densidade de grãos, EC= *P* para efeito de Época de Corte, ES= *P* para efeito de época de semeadura, G*EC= *P* para interação entre grupos e épocas de corte, G*ES= *P* para interação entre grupos e épocas de semeadura, EC*ES= *P* para efeito entre época de corte e época de semeadura, G*EC*ES= *P* para efeito da interação entre grupos, época de corte e época de semeadura.

A DEGPI para o grupo de alta densidade foi de 51,79% e para o grupo de baixa de 54,9%, com EPM de 0,42 (Tabela 3). Esses resultados demonstram a importância da composição do grão de milho na qualidade final da forragem.

Coors, Carter e Hunter (1994) apresentam resultados de pesquisa onde a importância do grão é relatada em avaliações de híbridos estéreis que apresentam bons níveis de digestibilidade e qualidade das frações vegetativas. Esses mesmos híbridos, quando tiveram sua fertilidade restaurada, apresentaram

valores superiores de degradabilidade da forragem de planta inteira, sendo esse fato atribuído à presença do grão na forragem.

No sistema de produção, a degradabilidade da matéria seca da planta é um parâmetro que deve ser utilizado na avaliação de genótipos destinados à produção de silagem. Com isso, programas de melhoramento direcionados à obtenção de híbridos com características desejáveis para a produção de forragem devem utilizar essa informação como parâmetro para o desenvolvimento de materiais com maior digestibilidade de fibras e com maior qualidade de endosperma do grão, uma vez que a herdabilidade para essas características são altas, tornando possível a obtenção de genótipos superiores com a seleção (DAVIDE et al., 2011; GOMES et al., 2004). Esses parâmetros, muitas vezes, não são levados em consideração pelas empresas produtoras de sementes por ainda considerarem pouco expressivo o mercado de sementes de milho destinado à produção de silagem.

Os resultados deste trabalho são semelhantes aos encontrados por Mendes et al. (2008) que, avaliando híbridos de milho de diferentes texturas de grão, observou maiores valores de degradabilidade da matéria seca da forragem em híbridos de textura farinácea. Os mesmos autores relataram que em híbridos de milho recomendados para a produção de silagem são esperados altos valores das frações instantaneamente e lentamente degradáveis e baixos valores para a fração indigestível, o que foi observado em híbridos de textura farinácea. Isso confirma que a recomendação desse tipo de híbrido para a produção de forragem é correta.

O valor nutritivo da forragem de milho está relacionado, entre outros fatores, com a porcentagem de grãos presente na massa total colhida, no tipo de endosperma presente no grão e na qualidade da fibra da planta.

Silva et al. (2008) demonstraram que os grãos de milho são mais digestíveis do que as folhas e colmo da planta e, conseqüentemente, o aumento

de sua proporção na silagem favorece um aumento no valor nutritivo do volumoso. Masoero, Pulimeno e Rossi (2006) e Souza Filho et al. (2011) atribuíram a diferença na qualidade da planta de milho como forragem à qualidade dos componentes vegetativos da planta, e não à proporção desses na matéria seca.

Tabela 3 Degradabilidade da planta inteira (DEGPI), do grão (DEGG), do grão moído (DEGGM), teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de matéria seca (PMS), de grãos (PG) e densidade de grãos (D) para os grupos de alta e baixa densidade de grãos colhidos em três épocas de corte e duas épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, 2012

	Alta densidade	Baixa densidade	EPM ¹
	----- % -----		
DEGPI	51,79	54,9	0,42
DEGG	23,98	26,17	0,84
DEGGM	52,37	55,60	0,67
MSPI	40,45	45,19	1,14
	----- kg.ha ⁻¹ -----		
PMS	19902	21571	1,62
PG	8689	9368	1,12
	----- g.cm ⁻³ -----		
D	1,15	1,09	0,04

¹EPM – erro padrão da média.

A DEGG foi de 23,98% para o grupo de alta densidade e 26,17% para o grupo de baixa (Tabela 3). Esses resultados diferem dos encontrados por Cantarelli et al. (2007) que constataram diferença significativa entre híbridos de diferentes densidades e sua degradação. Em sentido contrário, Ramos et al. (2009) verificaram que a degradabilidade da matéria seca e do amido diminuem com o aumento da proporção de endosperma vítreo do grão.

Grãos de maior densidade possuem maior porcentagem de endosperma vítreo, demonstrado pela alta correlação (0,87) entre esses parâmetros (CORRÊA et al., 2002), o que, em parte, sugere menor digestibilidade da silagem de planta inteira devido à grande participação do grão na composição final da matéria seca da planta de milho.

Em condições ideais de desenvolvimento da planta, o grão é o componente de maior participação na matéria seca da planta inteira e apresenta a maior degradabilidade entre os componentes da planta. Desse modo, a proporção de endosperma farináceo na composição do grão das diferentes cultivares disponíveis no mercado pode ser um fator limitante quanto à sua utilização para produção de forragem. Nesse sentido, a utilização de híbridos dentados de milho na produção de forragem é justificada por Johnson et al. (1999), que relataram a superioridade de quase 10% na degradação do amido nesse tipo de híbrido comparativamente a híbridos que apresentam grãos com maior proporção de endosperma vítreo na sua composição.

Neste trabalho, constatou-se que não houve diferença entre os grupos quanto à DEGG, sugerindo que características de degradação da fração vegetativa da planta de milho devem ser avaliadas quando se deseja obter uma forragem de maior qualidade (PEREIRA et al., 2011). Nesse sentido, a avaliação dos teores de FDN e FDA da planta bem como de suas frações (folha, colmo, palha e sabugo) são pertinentes.

No grupo de alta densidade a DEGGM foi de 52,37% e de 55,6% no grupo de baixa densidade (Tabela 3).

A degradabilidade do grão moído foi superior em mais de duas vezes a do grão cortado ao meio. Esse resultado já era esperado, uma vez que com a moagem, a superfície de contato entre as partículas do grão com as enzimas digestivas do rúmen é maior. Resultados semelhantes foram encontrados por

Davide et al. (2011), que observaram valores de degradabilidade no grão moído superiores a três vezes o do grão cortado ao meio.

Johnson et al. (2002) e Zinn e Owens (2005) relataram que o aumento na taxa de degradação *in situ* da matéria seca e do amido é alcançada, dentre outras variáveis, com a adoção de híbridos de grão com endosperma menos denso aliado a um processamento dos grãos adequado. Nesse sentido, Corona et al. (2006) verificaram que com um maior tamanho das partículas do grão, híbridos mais vítreos tendem a diminuir a digestibilidade da matéria seca e do amido. Vale ressaltar que isso não foi observado quando os grãos foram submetidos a uma moagem mais fina, resultando em menor tamanho de partículas.

Neste trabalho, somente a diminuição das partículas do grão de milho não permitiu que houvesse uma degradação semelhante entre os grupos de alta (52,37%) e baixa densidade (55,6%), uma vez que a DEGGM apresentou diferença significativa entre os grupos. Esse resultado demonstra que o tipo de endosperma dos grãos pode ser um fator limitante para a degradabilidade da matéria seca (Tabela 3).

A produtividade de matéria seca foi de 19902 kg.ha⁻¹ no grupo de alta densidade e de 21571 kg.ha⁻¹ no grupo de baixa densidade de grãos (Tabela 3). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Moraes (2007), que comparando a produtividade de matéria seca entre híbridos farináceos (AG 4051) e duro (DOW 2B710), observou valores de 20400 kg.ha⁻¹ e 18829 kg.ha⁻¹. Vale ressaltar que esses mesmos híbridos foram utilizados neste trabalho.

O aumento na produtividade de matéria seca da planta de milho está relacionado com a altura da planta (MELLO; NORNENBERG; ROCHA, 2004), com a densidade populacional da cultura no campo e com o aumento na produtividade de grãos (COSTA et al., 2000). Essas referências se tornam ainda mais pertinentes quando se observa a altura média das plantas dos híbridos utilizados neste trabalho bem como as suas produtividades de grãos. A altura

média observada foi de 2,80 m para o grupo de alta e de 2,65 m para o baixa densidade (Tabela 1). A PG no grupo de alta densidade foi de 8689 kg.ha⁻¹ e de 9368 kg.ha⁻¹ para o grupo de baixa densidade de grãos (Tabela 3). Esses resultados evidenciam a importância do grão na produtividade da matéria seca da planta inteira de milho. Ainda nesse contexto, Pinho et al. (2007) ressaltaram que em híbridos de milho com porte mais elevado e menor produção de grãos, há uma grande concentração de componentes da parede celular (celulose, hemicelulose e lignina), resultando em alto teor de fibras na forragem com conseqüente queda de digestibilidade.

A época de semeadura não teve influência na DEGPI, apresentando na semeadura realizada em novembro degradabilidade de 52,52% e em dezembro de 52,17% (Tabela 4). Gomes et al. (2004), estudando a degradabilidade da matéria seca da planta inteira em 12 linhagens de milho em duas épocas de semeadura, também em Lavras (MG), constataram degradabilidade de 51,93% na semeadura realizada em novembro e de 44,98% na semeadura realizada em dezembro.

Dias (2002) ressalta a importância da época de semeadura na obtenção de forragem de qualidade superior. Em semeaduras realizadas em novembro e dezembro, o autor avaliou vinte híbridos de milho quanto a características agrônomicas e químicas e verificou baixa degradabilidade da matéria seca da planta inteira na semeadura realizada tardiamente, possivelmente ocasionada por condições climáticas não favoráveis ao desenvolvimento da cultura principalmente na fase de enchimento de grãos, sendo atribuído a esse fator a causa da queda de qualidade da forragem. Nesse sentido, espera-se uma diminuição na matéria verde produzida. Porém, o teor de matéria seca pode manter-se constante ou apresentar pequena variação.

Neste trabalho, devido às boas condições pluviométricas observadas durante o período de condução experimental, a qualidade da forragem não foi afetada.

Para a DEGGM, observou-se uma maior degradabilidade na semeadura realizada em dezembro, com incremento de 2,69 pontos percentuais na degradação (Tabela 4). Novamente, ressalta-se que a diminuição das partículas do grão como alternativa para aumentar a degradação do alimento pelo animal foi eficiente.

Tabela 4 Degradabilidade da planta inteira (DEGPI), do grão (DEGG), do grão moído (DEGGM), teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de matéria seca (PMS), de grãos (PG) e densidade de grãos (D) em função da época de semeadura. UFLA, Lavras, MG, 2012

	Novembro	Dezembro	EPM ¹
	----- % -----		
DEGPI	52,52	52,17	0,43
DEGG	25,8	24,2	0,82
DEGGM	52,64	55,33	0,69
MSPI	41,69	43,96	1,17
	----- kg.ha ⁻¹ -----		
PMS	23338	18136	1,27
PG	10001	8058	1,19
	----- g.cm ⁻³ -----		
D	1,11	1,13	0,04

¹EPM – erro padrão da média.

O MSPI variou de 41,69% e 43,96% para as semeaduras realizadas em novembro e dezembro, respectivamente (Tabela 4). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Vilela et al. (2008), que estudando características de diferentes híbridos de milho para produção de forragem em

diferentes estádios de maturação observaram teores de matéria seca variando de 26,5% a 45%. Vale ressaltar que na época de corte referente à camada negra os valores são muito superiores aos demais estádios de maturação, o que explica os altos valores encontrados para essa característica neste trabalho. Além disso, o teor de matéria seca da planta inteira pode variar entre híbridos de milho e pode ser influenciada por fatores ambientais (DIAS, 2002).

Silva et al. (1999), ao estudarem o comportamento de híbridos de milho em diferentes anos agrícolas, observaram grande variabilidade no teor de matéria seca da forragem e existência de interação significativa dessa característica, tanto com degradabilidade da forragem quanto com o ambiente.

A produtividade de matéria seca foi de 23338 kg.ha⁻¹ na semeadura realizada em novembro e de 18136 kg.ha⁻¹ em dezembro (Tabela 4). Esses resultados corroboram com os encontrados por Villela et al. (2003), que observaram maior produtividade de matéria seca quando a semeadura foi realizada em novembro.

Historicamente, as condições ideais para a realização da semeadura do milho no Sul de Minas Gerais variam entre meados de outubro e novembro, uma vez que condições de temperatura e umidade se encontram satisfatórias.

Ramalho, Ramalho e Ribeiro (2001), em trabalho desenvolvido em dois anos de cultivo no Sul de Minas Gerais, observaram decréscimo mensal de 21,6% no rendimento de matéria seca total quando a semeadura foi realizada a partir do dia 15 de outubro. Em trabalho similar, Pinho et al. (2007) relatam decréscimo na produtividade de matéria seca de 128 kg por dia para a semeadura realizada após o dia 19 de novembro.

A PG observada para a semeadura realizada em novembro foi de 10001 kg.ha⁻¹ e na semeadura realizada em dezembro foi de 8058 kg.ha⁻¹ (Tabela 4). Esses resultados foram superiores aos encontrados por Villela et al. (2003), que

observaram produtividade de grãos de 8828 kg.ha⁻¹ e 7606 kg.ha⁻¹ para as semeaduras realizadas em novembro e dezembro, respectivamente.

Na região de Lavras é comum períodos de pequena estiagem no final do mês de janeiro e início do mês de fevereiro. A semeadura na época ideal minimiza os riscos associados à cultura referentes principalmente a fases importantes no desenvolvimento da planta, relacionadas em maior magnitude ao período de florescimento e enchimento de grãos, onde a água é essencial para o acontecimento dos processos fisiológicos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

A densidade de grãos foi de 1,11g.cm⁻³ na semeadura em novembro e 1,13g.cm⁻³ na semeadura realizada em dezembro (Tabela 4).

Na Tabela 5 verifica-se que a época de corte influenciou significativamente todas as variáveis estudadas. O ponto de colheita da planta de milho para a produção de silagem é um aspecto importante de manejo e tomada de decisão, apresentando grande relevância no valor nutritivo final do volumoso. Alta produção de matéria seca digestível por hectare associado a um teor de umidade que propicie a ocorrência de um processo de fermentação satisfatório são parâmetros importantes a serem considerados no momento da colheita (NUSSIO; CAMPOS; DIAS, 2001).

Tabela 5 Degradabilidade média da planta inteira (DEGPI), do grão (DEGG), do grão moído (DEGGM), teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de matéria seca da planta inteira (PMS), de grãos (PG) e densidade de grãos (D) em função da época de corte, UFLA, Lavras, MG, 2012

	1/2LL	3/4LL	CN	EPM ¹
	----- % -----			
DEGPI	54,06 a	53,05 a	49,92 b	0,31
DEGG	33,75 a	22,51 b	19,02 c	0,59
DEGGM	56,73 a	52,81 b	52,41 b	0,49
MSPI	33,41 c	41,25 b	53,81 a	0,83
	----- kg.ha ⁻¹ -----			
PMS	19983 a	21548 a	20679 a	1,89
PG	7530 b	9647 a	9908 a	1,62
	----- g.cm ⁻³ -----			
D	1,09 a	1,12 b	1,15 c	0,01

¹EPM – erro padrão da média.

Médias seguidas da mesma letra na linha pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Com o avanço na maturidade, houve um decréscimo da degradabilidade da matéria seca da planta inteira, apresentando valores de 54,06%, 53,05% e 49,92% nas épocas de corte 1/2LL, 3/4LL e CN, respectivamente (Tabela 5). Esses resultados corroboram com os encontrados por Jensen et al. (2005) e Pereira et al. (2011), que constataram decréscimo linear na degradabilidade da planta em estádios mais avançados de maturação.

A qualidade nutricional da silagem de milho é constantemente associada à quantidade e qualidade de fibras da porção vegetativa da planta. A época de corte influencia diretamente essas características, uma vez que a colheita da planta para confecção de forragem de planta inteira em estádios iniciais de enchimento de grãos ocasiona valores de FDN altos devido aos baixos teores de

amido encontrados nessa fase. Com o avanço da maturidade fisiológica, os teores de FDN e FDA tendem a diminuir devido à diluição referente ao aumento da proporção de grãos na silagem de planta inteira (BALLARD, 2001).

Essas observações se tornam ainda mais plausíveis quando se considera os resultados obtidos por Darby e Lauer (2002), onde a máxima produção da fração fibrosa da planta é atingida quando se inicia a fase reprodutiva.

Com o avanço da maturidade fisiológica da planta houve redução significativa da degradabilidade do grão. Na 1/2LL, 3/4LL e CN a degradação do grão foi de 33,75%, 22,51% e 19,02%, respectivamente (Tabela 5).

A colheita do milho em estádios avançados pode aumentar a passagem de grãos inteiros pelo trato digestivo do animal e diminuir a digestibilidade do amido pelo animal, fato que também é dependente do tipo de processamento do grão.

A degradação ruminal do grão é complexa, podendo variar de acordo com o genótipo, com o estágio de maturidade e com a vitreosidade do grão, além de fatores envolvidos com o animal. Assim, o aumento na proporção de endosperma vítreo em relação ao endosperma farináceo na composição do grão de milho aliado ao avanço na maturidade fisiológica da planta, proporciona menores taxas de degradação do amido, sendo esse efeito menos pronunciado em híbridos de textura de grão dentada (CORRÊA et al., 2002; RIBAS; GONÇALVES; MAURÍCIO, 2007). Dentro disso, justifica-se a variação encontrada na densidade de grãos, de $1,10\text{g.cm}^{-3}$ a $1,15\text{g.cm}^{-3}$ entre as épocas de corte 1/2LL e CN (Tabela 5).

Nesse contexto, híbridos de textura farinácea permitem a ampliação da janela de corte da planta, uma vez que a redução no valor nutritivo é menos pronunciada (CALESTINE et al., 2001; PEREIRA et al., 2004). Vale ressaltar a importância da textura do grão na escolha correta da cultivar de milho destinada a produção de forragem como um indicador confiável (CORRÊA et al., 2002).

Ballard et al. (2001) e Callison et al. (2001) relataram que a colheita do milho para silagem antes da metade da linha de leite ou após os 2/3 da linha de leite pode ser prejudicial para a qualidade nutricional da forragem e consequentemente para a digestibilidade da mesma.

O tamanho das partículas do grão milho afeta a digestibilidade e o seu consumo pelos animais. Neste trabalho, a degradabilidade do grão moído foi de 56,73% na 1/2LL, 52,81% na 3/4LL e 52,41% na CN (Tabela 5).

Pereira et al. (2004) observaram degradação de grãos de híbridos de milho de diferentes texturas similares nas épocas de corte dentado inicial e meia linha de leite, sendo seu efeito observado em colheita mais tardia (camada negra). Além disso, os resultados de degradação obtidos por esses autores foram superiores aos encontrados neste trabalho, apresentando degradação de 63,3% para os grãos de textura farinácea e de 52,4% para os de textura dura.

Na Tabela 5, verifica-se que os teores de matéria seca da planta inteira foram de 33,41%, 41,25% e 53,81% nas épocas de corte 1/2LL, 3/4LL e CN, respectivamente.

Neste trabalho, o MSPI aumentou consideravelmente com o avanço das épocas de corte. Esse aumento está relacionado com uma maior participação dos grãos na matéria seca total, além de uma queda natural no teor de água da planta. O teor de matéria seca é um dos fatores que afetam a qualidade da forragem, uma vez que influencia no tamanho de partículas da forragem, na compactação da massa no silo e na fermentação da forragem. Pereira et al. (2011) observaram um aumento na produção e participação do grão na matéria seca com o avanço na maturidade, sendo este componente o que mais contribuiu para o aumento na produtividade da matéria seca total da planta inteira. Vale ressaltar que normalmente se encontram maiores valores de produtividade e melhor qualidade nutricional da forragem quando o teor de matéria seca da planta está entre 32 e 37%, o que ocorre entre a 1/2LL e 2/3LL do grão (ROSA et al., 2004).

Beleze et al. (2003), avaliando diferentes híbridos de milho em diferentes estádios de maturação, observaram que os aumentos nos teores de matéria seca ocorridos com o avanço do estágio de maturação dos híbridos correlacionaram-se positivamente com a porcentagem de grãos e espigas e negativamente com as porcentagens de folhas e colmos; também que, dentre os componentes estruturais, a maior participação foi da espiga, contribuindo em torno de 60 a 70% da matéria seca da planta inteira, independentemente dos híbridos avaliados.

A PMS foi de 19983 kg.ha⁻¹ na 1/2LL, 21548 kg.ha⁻¹ na 3/4LL e 20679 kg.ha⁻¹ na CN (Tabela 5). Neste trabalho, não constatou-se diferença significativa entre as épocas de corte, diferindo dos resultados encontrados por Villela et al. (2003) e Zopollatto (2007), que observaram aumento significativo na produtividade de matéria seca com o avanço na maturidade da planta.

A PG aumentou de 7530 kg.ha⁻¹ na 1/2LL para 9647 kg.ha⁻¹ na 3/4LL e posteriormente para 9908 kg.ha⁻¹ na CN (Tabela 5). Pereira et al. (2011) observaram que houve incremento na produtividade de grãos e de sua participação na matéria seca total concomitante com o avanço da maturidade da planta. Esse aumento era esperado, uma vez que o acúmulo de matéria seca pela fração grão é um evento observado desde a sua formação até o ponto de maturidade fisiológica, caracterizado pela ocorrência da camada negra visualizada no pedicelo do grão. A partir desse ponto, não há translocação de fotoassimilados da planta para o grão. Nesse sentido, Paziani et al. (2009) confirmaram o potencial de deposição de matéria seca, observando rendimento de grãos na espiga de 73% na maturidade fisiológica em comparação aos 63,3% observados no 2/3 LL.

Nesse contexto, justifica-se as diferenças na implantação e condução da lavoura de milho destinada à produção de forragem comparativamente à destinada à produção de grãos. Baseado na Tabela 5, a colheita na CN

apresentou maior produtividade de grãos; porém, menores valores foram observados para características de degradabilidade, indicando que a colheita tardia da planta de milho destinada à produção de forragem é prejudicial para a qualidade da mesma.

O MSPI foi maior no grupo de baixa (58,28%) comparativamente ao grupo de alta densidade (49,33%) na CN. Na 1/2LL e 3/4LL os grupos mostraram-se semelhantes para essa característica (Tabela 6).

A PG foi similar entre os grupos na 1/2LL e 3/4LL, diferindo apenas na CN, com produtividade de 9497 kg.ha⁻¹ e 10829 kg.ha⁻¹ para os grupos de alta e baixa densidade (Tabela 6). A diferença de produtividade observada entre os dois grupos pode ser atribuída ao potencial produtivo dos híbridos utilizados neste trabalho. Essa observação torna-se mais plausível quando se considera a base genética dos híbridos, onde o grupo de baixa densidade é composto por um híbrido duplo e dois híbridos triplos, indicando a possibilidade de obtenção de altas produtividades de grãos, mesmo com híbridos duplos e triplos. Além disso, esse fato surge como uma alternativa ao produtor em relação ao direcionamento da lavoura. Ao planejar a lavoura visando à produção de forragem, a adoção de híbridos de textura dentada é uma característica a ser considerada (CORREA et al., 2003). No momento ideal para a colheita das plantas para produção de forragem o produtor pode analisar o mercado e decidir pela manutenção das plantas no campo até a maturidade fisiológica, direcionando sua lavoura para a produção de grãos sem perdas na produtividade, uma vez que o potencial produtivo do híbrido é alto.

Tabela 6 Teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de grãos (PG) e densidade de grãos (D) em função das épocas de corte e grupos de alta e baixa densidade. UFLA, Lavras, MG, 2012

Variável	Época de corte	Alta densidade	Baixa densidade	EPM ¹
		----- % -----		
MSPI	1/2LL	32,23 Aa	34,59 Aa	0,44
	3/4LL	39,8 Ab	42,7 Ab	0,78
	CN	49,33 Ac	58,28 Bc	1,03
		----- kg.ha ⁻¹ -----		
PG	1/2LL	7600 Ab	7461 Ab	1,92
	3/4LL	9481 Aa	9814 Aa	1,58
	CN	9497 Aa	10829 Ba	1,77
		----- g.cm ⁻³ -----		
D	1/2LL	1,12 Aa	1,08 Ba	0,02
	3/4LL	1,16 Ab	1,09 Ba	0,03
	CN	1,17 Ab	1,11 Bb	0,05

¹EPM – erro padrão da média.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna em cada variável pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A densidade de grãos foi diferente entre os grupos em todas as épocas de corte avaliadas (Tabela 6). Na 1/2LL, a densidade foi de 1,12 g.cm⁻³ e 1,08 g.cm⁻³ para os grupos de alta e baixa, respectivamente. Na 3/4LL, a densidade foi de 1,16 g.cm⁻³ para o grupo de alta e 1,09 g.cm⁻³ para o grupo de baixa. Na CN, os valores foram de 1,17 g.cm⁻³ e 1,11 g.cm⁻³ para os grupos de alta e baixa, respectivamente.

Foi possível observar o maior incremento na densidade dos grãos da 1/2LL para 3/4LL no grupo de alta densidade (Tabela 6). Apesar da degradabilidade do grão ser semelhante entre os grupos avaliados, o rápido aumento da densidade dos grãos indica que esse fator pode ser limitante na degradação do grão, haja vista a alta correlação positiva entre vitreosidade e densidade bem como a correlação negativa entre degradabilidade e vitreosidade

(CORRÊA et al., 2002). Nesse contexto, Pereira et al. (2004) relataram que a utilização de híbridos dentados, comparativamente a híbridos duros, pode resultar em menor queda relativa na digestão ruminal do amido em situações de colheita tardia dos grãos.

A análise do grau de associação entre características referentes a grupos de indivíduos pode ser realizada através de estimativas de correlação. O coeficiente de correlação de Pearson é a medida mais utilizada. Valores positivos indicam relação direta entre as características e negativos sugerem relação inversa, ou seja, o aumento de uma característica implica em diminuição da outra. Os extremos da correlação são +1 e -1 (MORAIS, 2001).

Na Tabela 7 observam-se os coeficientes de correlação entre degradabilidade da planta inteira (DEGPI), degradabilidade do grão (DEGG), degradabilidade do grão moído (DEGGM), teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de matéria seca (PMS), produtividade de grãos (PG) e densidade de grãos (D).

Tabela 7 Coeficientes de correlação entre degradabilidade da planta inteira (DEGPI), do grão (DEGG), do grão moído (DEGGM), teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de matéria seca (PMS), produtividade de grãos (PG) e densidade de grãos (D) para os grupos de alta e baixa densidade de grãos, em três épocas de corte e duas épocas de semeadura. UFLA, Lavras, MG, 2012

	DEGPI	DEGG	DEGGM	MSPI	PMS	PG	D
DEGPI	-	0,48**	0,15 ^{ns}	-0,45**	0,06 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,10 ^{ns}
DEGG			0,45**	-0,70**	-0,18*	-0,47**	-0,30**
DEGGM				-0,22**	-0,16 ^{ns}	-0,25**	-0,17*
MSPI					0,25**	0,53**	0,13 ^{ns}
PMS						0,91**	-0,26**
PG							-0,09 ^{ns}

*<0,05; **<0,01; ^{ns} não significativo

Verificou-se que a DEGPI correlacionou-se significativamente com o MSPI (-0,45) e com a DEGG (0,48). Para esta última característica, Souza Filho et al. (2011) constataram correlação de 0,57.

A busca por híbridos que apresentem maior degradação do grão é pertinente principalmente quando relacionada à participação do grão na matéria seca total da planta e ao aumento no valor nutritivo da forragem. Dias (2002) relatou correlação positiva de 0,68 entre características de degradabilidade da matéria seca da planta e amido.

A correlação negativa entre DEGPI e MSPI pode ser justificada pela queda na taxa de degradação do grão e da fração vegetativa da planta, tanto no grupo de alta densidade quanto no de baixa, verificada quando a planta foi colhida em estádios com maiores teores de matéria seca (camada negra). Esses resultados diferem dos encontrados por Silveira (2009), que avaliando a digestibilidade e o consumo animal da forragem de milho, observaram maiores valores quando os híbridos foram colhidos com teor de matéria seca superior a 40%, independente da textura do grão.

A DEGG apresentou correlação significativa com a DEGGM, MSPI, PMS, PG e D.

O aumento da produtividade de grãos é uma consequência do aumento de matéria seca nessa fração. Desse modo, uma maior produtividade é alcançada quando a planta atinge sua maturidade fisiológica. No entanto, tanto a degradabilidade do grão quanto do amido diminuem significativamente em estádios mais avançados (CORRÊA et al., 2002; JENSEN et al., 2005). Isso explica a correlação negativa e significativa observada entre a DEGG e PG e entre a DEGGM e PG (Tabela 7). Dentro desse contexto justifica-se a alta correlação negativa encontrada entre a DEGG e MSPI (-0,70), uma vez que a contribuição do grão no teor de matéria seca final da forragem de planta inteira possui grande relevância.

A correlação negativa entre a DEGG e a D, apesar de baixa magnitude (-0,30), demonstra a influência dessa característica na degradação do grão de milho. Corrêa et al. (2002) observaram correlação significativa (-0,87) entre esses parâmetros.

A correlação da DEGGM foi significativa com todas as características avaliadas, exceto com a DEGPI.

Para as variáveis PMS e PG, foi observada correlação de 0,91. Paziani et al. (2009) observaram correlação entre essas variáveis de 0,71. Nesse sentido, Cox et al. (1994) demonstraram que o rendimento de grãos é um dos fatores que mais influenciam a produção de matéria seca, assim como a correlação negativa entre produção de matéria seca e frações fibrosas da planta (FDN, FDA e lignina), o que nesse caso, elevaria a digestibilidade da matéria seca.

Esse resultado é importante, evidenciando que o grão é o principal componente da planta responsável pelo aumento da produtividade da matéria seca final da forragem de planta inteira.

5 CONCLUSÕES

O grupo de híbridos que possuem baixa densidade de grãos é o mais indicado para a produção de forragem de milho, pois apresentam maior produtividade de matéria seca, de grãos e degradabilidade da forragem da planta inteira.

A semeadura realizada em novembro é mais indicada para a produção de forragem de milho.

A colheita das plantas na $\frac{1}{2}$ LL proporciona maior qualidade da forragem.

A degradação de grãos é mais dependente do estágio fenológico da planta e da produtividade de grãos do que da densidade dos grãos.

A degradabilidade da matéria seca da planta inteira tem maior correlação com a degradabilidade dos grãos e com o teor de matéria seca.

REFERÊNCIAS

- AFUAKWA, J. J.; CROOKSTON, R. K. Using the kernel milk line to visually monitor grain maturity in maize. **Crop Science**, Madison, v. 24, p. 687-691, July/Aug. 1984.
- BAL, M. A. Effects of hybrid type, stage of maturity, and fermentation length on whole plant corn silage quality. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Science**, Ankara, v. 30, n. 3, p. 331-336, June 2006.
- BALLARD, C. S. Effect of corn silage hybrid on dry matter yield, nutrient composition, in vitro digestion, intake by dairy heifers, and milk production by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, n. 2, p. 442-452, Feb. 2001.
- BARRIÈRE, Y.; DENOUE, D.; THOMAS, J. QTL mapping for lignin content, lignin monomeric composition, p-hydroxycinnamate content, and cell wall digestibility in the maize recombinant inbred line progeny F838 X F286. **Plant Science**, Limerick, v. 175, n. 4, p. 585-595, Apr. 2008.
- BELEZE, J. R. F. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação: produtividade, características morfológicas e correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 567-575, maio/jun. 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Normas climatológicas: 1961-1990**. Brasília, 1992. 84 p.
- CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem**. 2001. 178 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2001.
- CALESTINE, G. A. et al. Effect of corn grain texture and maturity on ruminal in situ degradation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, n. 1, p. 113-124, Jan. 2001.

CALLISON, S. L. et al. Site of nutrient digestion by dairy cows fed corn of different particle sizes or steam-rolled. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, n. 6, p. 1458-1467, June 2001.

CANTARELLI, V. S. et al. Composição química, vitreosidade e digestibilidade de diferentes híbridos de milho para suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 860-864, maio/jun. 2007.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

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

CORONA, L.; OWENS, F. N.; ZINN, R. A. Impact of corn vitreousness and processing on site and extent of digestion by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 11, p. 3020-3031, Nov. 2006.

CORRÊA, C. E. S. et al. Performance of holstein cows fed sugar cane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 621-629, 2003.

_____. Relation between corn vitreousness and ruminal in-situ starch degradability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, n. 11, p. 3008-3010, Nov. 2002.

COSTA, C. et al. Potencial para ensilagem, composição química e qualidade da silagem de milho com diferentes proporções de espigas. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 3, p. 835-841, jul./set. 2000.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SILVA, G. V. **Cultivares para safra 2011/2012**. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>>. Acesso em: 12 dez. 2011.

COX, W. J. et al. Forage quality and harvest index of corn hybrids under different growing conditions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, n. 2, p. 277-282, Feb. 1994.

DARBY, H. M.; LAUER, J. G. Harvest date and hybrid influence on corn forage yield, quality, and preservation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, n. 3, p. 559-566, May/June 2002.

DAVIDE, L. M. C. et al. Assessment of genetic parameters of degradability in maize grains dueto indentation scores. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, n. 3, p. 347-352, May/June 2011.

DHIMAN, T. R. et al. Influence of mechanical processing on utilization of corn silage by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 11, p. 2521-2528, Nov. 2000.

DIAS, F. N. **Avaliação de parâmetros agronômicos e nutricionais em híbridos de milho (*Zea mays* L.) para silagem**. 2002. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2002.

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

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. 1 CD-ROM.

FILYA, I. Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 116, n. 1, p. 141-150, Sept. 2004.

GOMES, M. de S. et al. Análise dialélica da degradabilidade *in situ* da matéria seca da silagem de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 1, p. 108-119, 2004.

GOROCICA-BUENFIL, M. A.; LOERCH, S. C. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 3, p. 701-711, Mar. 2005.

JENSEN, C. et al. Effect of maize silage maturity on site of starch and NDF digestion in lactating dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 118, n. 3/4, p. 279-294, Feb. 2005.

JOHNSON, L. M. et al. Corn silage management I: effects of hybrid, maturity, and mechanical processing on chemical and physical characteristics. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, n. 4, p. 833-853, Apr. 2002.

_____. 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. 1992.

LAUER, J. G. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. **Crop Science**, Madison, v. 41, n. 5, p. 1449-1455, Sept./Oct. 2001.

_____. Kernel Milkline: how should we use it for harvesting silage? **Agronomy Advice**, Madison, v. 4, n. 22, p. 130-131, Aug. 1999.

LEWIS, A. L.; COX, W. J.; CHERNEY, J. H. Hybrid, maturity, and cutting height interactions on corn forage yield and quality. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 1, p. 267-274, Jan./Feb. 2004.

LOPES, M. A.; LARKINS, B. Endosperm origin, development, and function. **The Plant Cell**, Rockville, v. 5, n. 10, p. 1383-1399, Oct. 1993.

MASOERO, F.; PULIMENO, A. M.; ROSSI, F. Chemical composition and *in vitro* digestibility of stalks, leaves and cobs of four corn hybrids at different phenological stages. **Italian Journal of Animal Science**, Bologna, v. 5, n. 3, p. 215-227, July/Sept. 2006.

MCALLISTER, T. A. et al. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 1, p. 205-212, Jan. 1993.

MELLO, R.; NORBERG, J. L.; ROCHA, M. G. Potencial qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 1, p. 87-95, jan./mar. 2004.

MENDES, M. C. et al. Avaliação de híbridos de milho obtidos do cruzamento entre linhagens com diferentes níveis de degradabilidade da matéria seca. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 285-297, 2008.

MORAES, G. J. **Produtividade e valor nutritivo das plantas de milho de textura dentada ou dura em três maturidades de para silagem**. 2007. 31 p. Dissertação (Mestrado em Pastagens e Forragicultura) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2007.

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

NASCIMENTO, W. G. et al. Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 5, p. 896-904, set./out. 2008.

NGONYAMO-MAJEE, D. et al. Relationships between kernel vitreousness and dry matter degradability for diverse corn germplasm: I., development of near-infrared reflectance spectroscopy calibrations. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 142, n. 3/4, p. 247-258, 2008.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 10., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. p. 127-145.

PAZIANI, S. F. et al. Características agrônomicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 3, p. 411-417, maio/jun. 2009.

PEREIRA, J. L. A. R. et al. Influência das características qualitativas dos componentes da planta de milho na degradabilidade da matéria seca da planta inteira. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 2, p. 158-170, 2011.

PEREIRA, M. N. **Response of lactating cows to dietary fiber from alfafa or cereal byproducts**. 1997. 186 f. Thesis (Ph.D. in Animal Nutrition) - Universty of Wisconsin, Madison, 1997.

PEREIRA, M. N. et al. Ruminal degradability of hard or soft texture Corn grain at three maturity stages. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 4, p. 358-363, July/Aug. 2004.

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

PHILIPPEAU, C.; MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and ensiling of corn grain on in situ degradation of starch in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 8, p. 2178-2184, Aug. 1998.

PINHO, R. G. von et al. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 235-245, 2007.

RAMALHO, A. R.; RAMALHO, M. A. P.; RIBEIRO, P. H. E. Comportamento de famílias de meios-irmãos em diferentes épocas de semeadura visando à produção de forragem de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 510-518, maio/jun. 2001.

RAMOS, B. M. O. et al. Effects of vitreousness and particle size of maize grain on ruminal and intestinal *in sacco* degradation of dry matter, starch and nitrogen. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 148, n. 2/4, p. 253-266, Jan. 2009.

RIBAS, M. N.; GONÇALVES, L. C.; MAURÍCIO, R. M. Degradabilidade e cinética ruminal das silagens de quatro híbridos de milho avaliadas pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 2, p. 223-233, 2007.

ROSA, J. R. P. et al. Avaliação do comportamento agrônômico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 2, p. 302-312, mar./abr. 2004.

SILVA, L. F. P. et al. Características agronômicas e digestibilidade “*in situ*” da fração volumosa de híbridos de milho para silagem. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 171-183, 1999.

_____. *In situ* degradability of corn stover and elephant-grass harvested at four stages of maturity. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 595-603, 2008.

SILVA, P. C. **Seleção recorrente recíproca e cruzamentos dialélicos em milho (*Zea mays*) 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, 2002.

SILVEIRA, J. P. F. **Consumo e digestibilidade de silagens de híbridos de milho em função do estágio fisiológico e processamento**. 2009. 41 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

SONON, R. N. et al. Effect of grain the nutritive value of whole-plant corn silage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 1, p. 266-270, 1993. Supplement.

SOUZA FILHO, A. X. et al. Influence of stage of maturity on bromatological quality of corn forage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 9, p. 1894-1901, nov. 2011.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. Version 8. Cary, 2001. 1028 p.

TAYLOR, M. L. et al. Comparison of broiler performance when fed diets containing corn grain with insect-protected (corn rootworm and European corn borer) and herbicide-tolerant (glyphosate) traits, control corn, or commercial reference corn. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, n. 4, p. 1893-1899, Apr. 2005.

THOMAS, E. D. et al. Comparison of corn silage hybrids for yield, nutrient composition, *in vitro* digestibility, and milk yield by dairy cow. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, n. 10, p. 2217-2226, Oct. 2001.

VILELA, H. H. et al. Valor nutritivo de silagens de milho colhido em diversos estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 7, p. 1192-1199, July 2008.

VILLELA, T. E. A. et al. Consequências do atraso na época de semeadura e de ensilagem do milho no valor nutritivo da silagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 54-61, jan./fev. 2003.

WATSON, S. A. Corn marketing, processing, and utilization. In: SPRAGUE, G. F.; DUDLEY, J. W. (Ed.). **Corn and corn improvement**. Madison: ASA, 1988. p. 881-940.

ZEOULA, L. M. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação: 4., digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro da porção vegetativa e planta inteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 567-575, maio/jun. 2003.

ZINN, R. A.; OWENS, F. Corn grain for cattle: influence of processing on site and extent of digestion. In: SOUTHWEST NUTRITION CONFERENCE, 1., 2005, Tucson. **Proceedings...** Tucson: Southeast Nutrition, 2005. p. 86-112.

ZOPOLLATTO, M. **Avaliação do efeito da maturidade de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem sobre a produtividade, composição morfológica e valor nutritivo da planta e seus componentes**. 2007. 210 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2007.

ZOPOLLATTO, M. et al. Alterações na composição morfológica em função do estádio de maturação em cultivares de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 3, p. 452-461, maio/jun. 2009.

ANEXOS

Tabela 1A Resumo da análise de variância para a degradabilidade da planta inteira (DEGPI), do grão (DEGG), do grão moído (DEGGM), teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de matéria seca (PMS), de grãos (PG) e densidade de grãos (D) para a semeadura realizada em novembro. UFLA, Lavras, MG, 2012

Fonte de Variação	QM							
	GL	DEGPI	DEGG	DEGGM	MSPI	PMS	PG	D
Bloco	2	0,71	39,6	73,9	4,3	2202947	650709	0,02
EC ¹	2	164**	2923**	293**	2190**	40411980	728079**	6**
grupo	1	35,9	5,8	371**	172**	114894**	236947*	1**
EC X grupo	2	24,1	12,9	3,5	32,1	3872106	7921463	0,3*
CV ² (%)		6,09	10,9	9,62	11,27	20,41	23,04	2,73
Média		52,52	25,8	52,64	41,69	23338	10001	1,11

** significativo pelo teste F a 1% de probabilidade.

¹ Época de corte.

² Coeficiente de variação.

Tabela 1B Resumo da análise de variância para a degradabilidade da planta inteira (DEGPI), do grão (DEGG), do grão moído (DEGGM), teor de matéria seca da planta inteira (MSPI), produtividade de matéria seca (PMS), de grãos (PG) e densidade de grãos (D) para a semeadura realizada em dezembro. UFLA, Lavras, MG, 2012

Fonte de Variação	QM							
	GL	DEGPI	DEGG	DEGGM	MSPI	PMS	PG	D
Bloco	2	09,5	43,2	64,9	9,3	2305192,3	560195	0,03
EC ¹	2	69,5**	1387**	151,6**	2945	73520243	191789**	0,8**
grupo	1	11,9	12,9	66,5	733,4	12038506	800537	0,6**
EC X grupo	2	11,2	16,6	1,8	154,4	10509081	5164284	0,04
CV ² (%)		5,8	12,1	9,47	13,55	18,41	19,48	2,21
Média		52,17	24,2	55,33	43,96	18136	8058	1,13

** significativo pelo teste F a 1% de probabilidade.

¹ Época de corte.

² Coeficiente de variação.