



**ÉPOCA DE SEMEADURA E DE CORTE DE PLANTAS  
DE MILHO PARA SILAGEM**

**TÁRIQUE EDUARDO ARECO VILLELA**

**2001**

**TÁRIQUE EDUARDO ARECO VILLELA**

**ÉPOCA DE SEMEADURA E DE CORTE DE PLANTAS DE  
MILHO PARA SILAGEM**

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

Orientador  
Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho

LAVRAS  
MINAS GERAIS-BRASIL  
2001

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

Villela, Tárique Eduardo Areco

Época de semeadura e de corte de plantas de milho para silagem / Tárique  
Eduardo Areco Villela. --Lavras : UFLA, 2001.

80 p. : il.

Orientador: Renzo Garcia Von Pinho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Milho. 2. Época de semeadura. 3. Época de corte. 4. Silagem. 5.  
Degradabilidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.15

-636.08522

**TÁRIQUE EDUARDO ARECO VILLELA**

**ÉPOCA DE SEMEADURA E DE CORTE DE PLANTAS DE MILHO  
PARA SILAGEM**

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

APROVADA em 21 de setembro de 2001.

Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista

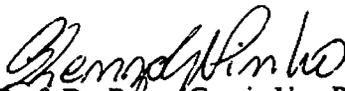
UFLA

Dr. Jackson Silva e Oliveira

EMBRAPA / CNPGL

Prof. Dr. Pedro Milanez de Rezende

UFLA

  
Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho  
DAG/UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

**Aos meus pais,**

***Rosa Maria Areco Villela e Paulo R. Ferraz Villela,***

**pelo incentivo, apoio e exemplo de vida,**

**Dedico**

**A DEUS – caminho, verdade e vida**

**Louvo**

**Aos meus irmãos, *Tácito, Tales e Taclana*; à minha avó *Rosa*; à minha filha *Taynara*; à minha noiva *Bianca*, aos meus sogros, *Rogério e Rosângela* e aos meus cunhados *Leandro, Carla, Ana Paula e Paula*, pelo convívio, carinho, incentivo e apoio em todos os momentos.**

**Ofereço**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade concedida para a realização do curso.

Ao Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho, pelos ensinamentos, orientação e profissionalismo durante a realização do trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento de meus estudos.

Aos amigos de república: Juliano, Sidney, Túlio, Wagão, Erick e Carlos Henrique, pelo convívio, ajuda e amizade durante esta etapa de minha vida.

Aos funcionários do Setor de Grandes Culturas da UFLA, Manguinha, João, Agnaldo, Correia, Alessandro e Júlio, pela ajuda na condução dos experimentos.

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

Aos amigos do curso de pós - graduação: Graziella, Max, Arnaldo, Francisco, Palelo, Edivandro, Guillermo, Ebert, Tadário, Sérvulo, Emílio, Luiz Otávio, Ramon, Renato, Graciela, Moab, Magnólia, Karina e Ana Cristina, pela boa amizade durante este tempo de convivência.

Aos amigos do Núcleo de Milho: Andrezinho, Denão, Sérgio, Cesinha, Dênis, Vitor, Fabrício, Jarbas e André, pela amizade e colaboração.

Aos meus amigos de longos tempos, Fabrício, Cláudio, Marcelo, Lê e Xuxa, pelo apoio e eterna amizade.

À minha noiva, Bianca, pelo convívio, amor, carinho e compreensão.

A todos que deram sua parcela de contribuição para que este trabalho se realizasse.

**MUITO OBRIGADO !**

## **Biografia do Autor**

Tárique Eduardo Areco Villela, filho de Paulo Roberto Ferraz Villela e Rosa Maria Areco Villela, nasceu na cidade de Lorena, estado de São Paulo, em 20 de setembro de 1974.

Em março de 1999, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Viçosa – UFV.

Em setembro de 1999, iniciou o curso de pós - graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de Mestre, pela Universidade Federal de Lavras.

# SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Silagem de milho.....	3
2.2 Fatores ambientais que afetam a produtividade e qualidade da silagem.....	4
2.2.1 Déficit hídrico.....	5
2.2.2 Temperatura e luminosidade.....	6
2.3 Práticas agrícolas que afetam a produtividade e qualidade da silagem.....	7
2.4 Épocas de semeadura.....	11
2.5 Cultivares de milho para a produção de silagem.....	14
2.5.1 Interação genótipo x ambiente na produtividade e qualidade da silagem.....	17
2.5.2 Avaliação do valor nutritivo de cultivares de milho para silagem.....	18
2.6 Relação entre características agrônômicas, bromatológicas e de degradabilidade da planta.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Característica do local.....	22
3.2 Instalação e condução dos experimentos.....	24
3.3 Tratamentos e delineamento estatístico.....	25
3.4 Preparo das amostras para as determinações analíticas.....	26
3.5 Características agrônômicas avaliadas.....	27
3.5.1 Altura de plantas e altura de inserção de espigas.....	27
3.5.2 Rendimento de matéria verde.....	27
3.5.3 Porcentagem de matéria seca.....	27
3.5.4 Rendimento de matéria seca.....	27
3.5.5 Porcentagem de espigas na matéria seca.....	28
3.5.6 Porcentagem de colmo e folhas na matéria seca.....	28
3.5.7 Rendimento de grãos.....	28
3.6 Características bromatológicas avaliadas.....	29
3.6.1 Porcentagem de proteína bruta.....	29
3.6.2 Porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN) e porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA).....	29
3.7 Determinação das taxas de degradação da matéria seca da silagem.....	29
3.8 Procedimentos estatísticos.....	31

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Características agronômicas.....	40
4.1.1 Rendimento de grãos.....	40
4.1.2 Altura de plantas e altura de inserção de espigas.....	42
4.1.3 Produção de matéria verde, matéria seca, porcentagem de espigas na matéria seca e porcentagem da fração colmo + folhas na matéria seca.....	43
4.2 Características bromatológicas.....	52
4.2.1 Porcentagem de FDN e FDA.....	52
4.2.2 Porcentagem de proteína bruta .....	56
4.3 Degradabilidade da silagem.....	58
4.4 Relação entre características agronômicas, bromatológicas e de degradabilidade da silagem.....	64
5. CONCLUSÕES.....	69
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXO A	81

## RESUMO

VILLELA, Tárique Eduardo Areco. Época de semeadura e de corte de plantas de milho para silagem. UFLA: Lavras, 2001. 86p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)\*.

O milho tem sido a cultura mais indicada para o fornecimento de uma alimentação abundante e de alta qualidade para os animais, principalmente em função do seu alto valor energético, bom rendimento forrageiro e facilidade de cultivo. Os agricultores têm realizado a semeadura do milho de outubro até dezembro, podendo estender até fevereiro, havendo expressiva variação na temperatura e na precipitação, o que pode afetar o desempenho da planta. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes épocas de semeadura e de corte das plantas em características agrônômicas das plantas e químicas e de degradabilidade da silagem. Foi avaliado o desempenho de nove cultivares de milho, constituindo quatro experimentos com instalação em duas épocas distintas (novembro e dezembro) do ano agrícola 1999/2000. Em cada época foram conduzidos dois experimentos, sendo que em um deles as plantas foram cortadas quando a linha de leite se apresentava na metade do grão e no outro experimento, a colheita foi realizada quando os grãos atingiram a maturidade fisiológica. O delineamento experimental empregado foi em blocos ao acaso com quatro repetições e a parcela experimental foi constituída de quatro linhas de 5,0 metros. Após a análise conjunta dos dados, foi observado que existe variabilidade para a maioria das características avaliadas, evidenciando a importância da escolha adequada das cultivares para a produção de silagem. De modo geral, as cultivares AG 1051 e AG 4051 são as mais indicadas para a produção de silagem. A maioria das características avaliadas é influenciada pela época de semeadura e pela época de corte das plantas, sendo que a semeadura realizada em novembro e o corte realizado quando a linha de leite apresenta-se na metade do grão são os ideais para a obtenção de silagem de boa qualidade. A presença da interação cultivares x épocas de semeadura e cultivares x épocas de corte para a maioria das características avaliadas, evidencia a importância da escolha adequada das cultivares para as diferentes épocas de semeadura e épocas de corte das plantas.

---

\*Comitê Orientador: Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho - UFLA (Orientador), Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista - UFLA.

## ABSTRACT

VILLELA, Tárique Eduardo Areco. **Season of sowing and cut of plants of corn for silage.** UFLA: Lavras, 2001. 86p. (Dissertation - Master of Sciences in Crop Science)\*.

Corn has the crop most indicated to the furnishing of an abundant and high quality feed for animals mainly in terms of its high energy value, good forage yield and cultivation ease. The farmers have performed sowing of corn from October through December, its being able to be extended till February, there being a marked variation in rainfall and temperature, that may affect the performance of the plant. The objective of this work was to verify the effect of different sowing and cut seasons of the plants on agronomic characteristics of the plants and chemical and degradability of corn silage. The performance of nine corn cultivars was evaluated, constituting four experiments, with establishment in two distinct seasons (November and December) in the agricultural year 1999/2000. In each season, two experiments were conducted, in one of them the plants were cut off when milk line lay on the half of the grain and in the other experiment harvest was accomplished when grains reached physiological maturity. The experimental design employed was in randomized blocks with four replicates and the experimental plot was made up of four 5.0 m rows. After the joint analysis of the data, it was observed there is a variability for most of the evaluated characteristics, pointing out the importance of the adequate choice of the cultivars for silage production. In general, the cultivars AG 1051 and AG 4051 are the most indicated for silage production. Most of the evaluated characteristics is influenced by sowing season and cut season of the plants, the sowing performed in November and the cut accomplished when the milk line is on the half of the grain, are the suitable ones for obtaining a high quality silage. The presence of the interaction cultivars x sowing seasons and cultivars x cut seasons for the most of the evaluated characteristics stands out the importance of the adequate choice of the cultivars for the different sowing seasons and cut seasons for the plants.

---

\*Guidance Committee: Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho - UFLA (Major Professor), Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista - UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

Diversas plantas forrageiras, tanto anuais ou perenes, se prestam à produção de silagens. Dentre elas, o milho tem sido a cultura mais indicada para este fim em função do seu alto valor energético, bom rendimento forrageiro, facilidade de cultivo, sendo ainda uma cultura que ocupa o solo por um curto período, facilitando assim a exploração desta área por outra atividade (Nussio, 1990; Ferreira, 1991; Valente, 1991; Santos, 1995; Nussio, 1997; Peck, 1998).

No Brasil, o nível de tecnologia adotado no cultivo do milho para a produção de forragem apresenta grandes variações. A escolha de cultivares de menor potencial associada a épocas inadequadas de semeadura e de corte de plantas constitui uma das causas da baixa produtividade e do menor valor nutritivo das silagens.

A maioria dos programas de melhoramento conduzidos no país dá ênfase principalmente ao desenvolvimento de híbridos para a produção de grãos. Geralmente, os híbridos que produzem mais grãos são também recomendados para a produção de silagem. Entretanto, existem vários relatos na literatura, mostrando que os melhores híbridos para a produção de grãos nem sempre são os indicados para a produção de silagem de qualidade (Fairey, 1980; Fairey, 1982; Vattikonda e Hunter, 1983; Carter et al., 1991).

Embora a época recomendada para a semeadura do milho no sul de Minas Gerais seja de 15 de outubro a 15 de novembro, tem-se constatado que a semeadura é postergada até janeiro, principalmente para a produção de silagem. Devido à diversidade climática, durante o período em que o milho é cultivado nessa região, é esperado efeito pronunciado da época de semeadura no crescimento e desenvolvimento da planta, podendo refletir na produtividade e qualidade da forragem.

Pesquisas visando à avaliação de cultivares de milho em diferentes épocas de semeadura e de corte das plantas para a produção de silagem não têm sido muito freqüentes na região sul de Minas Gerais. A escolha de cultivares que produzem mais grãos tem sido apontada como responsável pelos ganhos verificados na qualidade da silagem produzida.

Desse modo, é de suma importância a condução de trabalhos de pesquisa visando avaliar os componentes da planta, como grãos, sabugo, colmo, folha e palha, suas composições e os seus percentuais de participação. Toma-se assim possível verificar a influência destas partes no valor nutritivo da silagem, correlacionando-a com as diferentes épocas de semeadura e de colheita das plantas. Além disso, deve-se considerar também a avaliação das características bromatológicas e de degradabilidade das cultivares, pois permite uma indicação mais segura do valor nutricional da planta a ser ensilada (Penati, 1995; Oliveira et al., 1997).

O presente trabalho foi conduzido objetivando verificar o efeito de diferentes épocas de semeadura e de corte das plantas em características agrônômicas das plantas e bromatológicas e de degradabilidade da silagem. Visando também avaliar o desempenho de diferentes cultivares para a produção de silagem.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Silagem de milho

Dentre as alternativas para alimentar o rebanho no período de escassez de forragem, a silagem vem sendo utilizada como um volumoso de bom valor energético, podendo proporcionar a redução do uso de concentrados em rações completas para bovinos (Ferreira, 1991; Argillier e Barrière, 1996). Quando preparada, seu valor nutritivo se aproxima do existente no material verde original e o seu uso melhora a alimentação do rebanho, reduzindo as perdas na produção animal durante a estação seca.

Durante o período de verão nas regiões centro-oeste e sudeste do Brasil, que coincide com o período das chuvas, as plantas forrageiras apresentam uma produção de 75% a 85% do total de matéria seca produzida no ano. Esse fato induz à necessidade de suplementação de pastagem durante o inverno com a utilização de volumoso de alta qualidade. Por isso, o uso do milho como planta forrageira para a produção de silagem tem despertado grande interesse entre os pecuaristas, sendo uma importante fonte de volumoso durante o período seco do ano (Valente, 1991).

O milho tem vários atributos que justificam sua ampla utilização como planta forrageira na forma de silagem para a alimentação de ruminantes: período de semeadura relativamente longo, possibilidade de colheita para grão ou silagem, alta produção de matéria seca por hectare, possibilidade de colheita sem perda significativa de folhas, bom padrão de fermentação no silo devido ao teor de matéria seca em torno de 30% a 35%, alta concentração de carboidratos não fibrosos e baixo poder tamponante, manutenção de bom valor nutritivo durante período relativamente longo de colheita, alto conteúdo energético devido ao alto teor de amido e facilidade de mecanização na ensilagem (Hunter, 1978;

McDonald, 1981; Lorenzoni et al., 1986; Pinter, 1986; Nussio, 1990; Nussio 1991; Mantovani e Bertaux, 1991; Santos, 1995; Peck, 1998).

Basicamente pode-se ensilar o milho de quatro modos diferentes. A silagem da planta inteira de milho é a forma de silagem mais antiga e conhecida. Consiste em cortar a planta na altura de 20 cm do solo e picar, com posterior compactação e vedação do silo. Outro processo de ensilagem seria por meio do corte da parte superior da planta, próximo à espiga, aumentando assim a participação dos grãos na massa ensilada e, conseqüentemente, elevando o conteúdo energético e o teor de fibras digestíveis no alimento. Um terceiro modo seria a ensilagem de espigas, o que possibilita armazenar alimento com alta quantidade de energia. Por último, existe a silagem de grão de milho úmido, sendo um processo relativamente simples, o que permite realizar a armazenagem de grãos de forma prática e econômica (Fancelli e Dourado Neto, 2000).

## **2.2 Fatores ambientais que afetam a produtividade e a qualidade da silagem**

A qualidade da forragem no momento da colheita é o resultado da soma do crescimento da planta com os fatores ambientais que influenciam a distribuição de nutrientes e da energia gerada pela fotossíntese (Prada e Silva, 1997).

As plantas de milho são responsivas a todos os fatores ambientais. Entre esses, os que mais influenciam o crescimento, o desenvolvimento e, conseqüentemente, a produtividade final, é a precipitação, temperatura, fotoperíodo e a radiação solar (Chang, 1981; EMBRAPA, 1996; Ramalho, 1999). Assim, condições inadequadas desses fatores, isolados ou conjuntamente, podem afetar diferentemente no milho, as atividades fisiológicas da planta, interferindo na produção de massa verde, massa seca e de grãos.

Tem sido demonstrado que vários fatores ambientais afetam a produtividade e a qualidade da matéria seca do milho. Coors et al. (1994) concluíram que há efeito da temperatura, da intensidade luminosa, do estande, da época de semeadura e de colheita (Tabela 1). Observa-se que temperaturas elevadas, embora contribuam para aumentar a matéria seca, reduzem a sua degradabilidade e da parede celular. Alta intensidade luminosa afeta positivamente a produtividade de matéria seca e a degradabilidade. Já a semeadura e a colheita tardia contribuem para reduzir a produtividade e a degradabilidade da matéria seca na forragem de milho.

### 2.2.1 Déficit hídrico

As condições da precipitação na região de Lavras, ocorridas durante o ciclo da cultura, normalmente ultrapassam os 600 mm mínimos necessários para a boa produção de uma planta de milho. Porém, a má distribuição da precipitação é o maior problema, pois ocorrem períodos com excesso e outros com déficit de umidade.

**TABELA 1** Efeitos climáticos e de práticas culturais na produção e qualidade de forragem de milho<sup>1</sup>.

Fator	Rendimento de MS da planta inteira	Degradabilidade da MS	Degradabilidade da parede celular
Alta temperatura	+	-	-
Alta intensidade luminosa	+	+	±
Alta densidade de estande	+	-	±
Semeadura tardia	-	-	±
Colheita tardia	-	-	-

<sup>1</sup> Fonte: Adaptado de Coors, Carter e Hunter (1994).

Patemiani (1990) traçou um paralelo entre o clima nas regiões temperadas e tropicais. Sua conclusão foi de que a má distribuição das chuvas é um dos problemas mais importantes para a cultura do milho nas condições tropicais.

Vários autores apontam o efeito negativo do estresse hídrico sobre a cultura do milho, salientando o período compreendido por 15 dias antes e 15 dias após a polinização como crítico para a ocorrência de estresse hídrico (Jama e Ottman, 1993; Gordon et al., 1995; Fonseca, 2000).

Segundo Roth (1993) e Fonseca (2000), estresses ambientais ocorridos no final da fase de desenvolvimento (enchimento de grãos) causam a translocação de carboidratos do colmo para os grãos, afetando de forma negativa a degradabilidade do colmo e a qualidade total da forragem. Da mesma forma, estresses no início da fase de crescimento da cultura, seguidos por boas condições de umidade, resultam em menor rendimento de grãos, porém, com maior qualidade da forragem.

### **2.2.2 Temperatura e luminosidade**

A temperatura apresenta grande interferência na produção de matéria seca por hectare. Isto porque o crescimento e o desenvolvimento da planta de milho estão mais correlacionados com a temperatura do que com qualquer outro fator climático (Resende et al., 1995; Fonseca, 2000).

Para a silagem de milho, vários processos físicos e metabólicos da planta são afetados pela temperatura. O aumento da intensidade luminosa tende a aumentar o conteúdo de carboidratos solúveis e a degradabilidade por meio do acúmulo de carboidratos pela fotossíntese, enquanto que o aumento da temperatura favorece a conversão dos produtos fotossintéticos em celulose e

lignina (Van Soest, Mertens e Deinum, 1978; Prada e Silva, 1997; Fonseca, 2000).

Um outro elemento climático importante que atua sobre o crescimento e desenvolvimento do milho é o comprimento do dia ou fotoperíodo. Ele manifesta-se durante a etapa vegetativa, ocorrendo desde a emergência das plântulas até a diferenciação do pendão (Souza, 1989; Monteiro, 1998; Fonseca, 2000). Segundo Van Soest et al. (1978) e Prada e Silva (1997), a presença de tempo nublado reduz a luminosidade e, conseqüentemente, a degradabilidade da forragem.

### **2.3 Práticas agrícolas que afetam a produtividade e a qualidade da silagem**

São muitas as práticas agrícolas que afetam a produtividade e a qualidade da silagem de milho. Ao estudar os fatores que influenciam o valor nutritivo da silagem de milho, Hein (1991) considerou como principais os efeitos de local, clima, fertilizantes, data de semeadura, profundidade e a densidade de semeadura, época de colheita e a escolha da cultivar. Além disso, a presença de plantas daninhas e de pragas competindo com a lavoura, a compactação do solo, a utilização de rotação de culturas, o pH do solo e as perdas na colheita são fatores relevantes para a produção de silagem de alta qualidade (Nussio, 1991).

O grande aumento na produção de milho para forragem pode ser atribuído às melhores técnicas de cultivo e à introdução de novas cultivares que proporcionaram, nos últimos anos, incrementos consideráveis na produção de matéria seca (Struik, 1983). Entretanto, a participação da espiga na matéria seca total de híbridos diminuiu, mostrando claramente que os cruzamentos, no período de 1954 e 1981, foram direcionados para melhorar a produção e não a

qualidade (Struik, 1983). Porém, ao longo das últimas duas décadas, resultados de pesquisa mostraram aumento constante na matéria seca e na relação espiga/matéria seca total, como resultado de melhores técnicas de cultivo, que favoreceu o aumento de grãos e espiga.

Flachowsky et al. (1992), ao realizarem estudos para avaliar a fibra e a degradabilidade *in situ* em duas variedades de milho colhidas em várias épocas de corte das plantas, concluíram que um corte mais alto da planta de milho pode aumentar a degradabilidade da silagem e, provavelmente, o desempenho dos ruminantes que dela se alimentam. Em outro estudo, Flachowsky et al. (1992) concluíram que tanto a cultivar, como a data de colheita e a altura de corte influenciaram significativamente a produção, composição e a degradação *in situ* de silagens de milho.

A correção adequada do solo e uma adubação balanceada proporcionam grandes benefícios. De acordo com Fribourg et al. (1976), a extração de N, P, K, Ca e Mg teve um acréscimo linear com o aumento de matéria seca por hectare. O nitrogênio e o potássio foram os dois nutrientes mais exportados quando o milho foi cultivado para a produção de silagem. Segundo Coelho, França, Bahia Filho (1991), a recomendação de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O deve ser adequada para que se mantenha maior extração de nutrientes e o nível de fertilidade do solo nos cultivos subseqüentes.

Paiva (1992) observou que o aumento do nível de nitrogênio influenciou na qualidade da silagem, contribuindo para o aumento na porcentagem de proteína bruta e de matéria seca. A maior produtividade foi obtida com a adubação de 133 kg de N/ha no sulco de plantio.

Oliveira (1984) relata que a população de plantas está relacionada com as características da cultivar (porte baixo, médio ou alto), com a fertilidade do solo e com a disponibilidade de nutrientes e água. O estabelecimento de uma população ideal de plantas proporciona uma alta produção de matéria seca por

hectare devido a uma maximização do aproveitamento dos elementos de produção (Fonseca, 2000).

Segundo White (1978), o aumento na densidade populacional deve ser reavaliado, caso a participação de grãos no material a ser ensilado não influencie a qualidade da silagem. Deve-se considerar também se a produção de matéria seca por hectare e a porcentagem de matéria seca na planta são as principais características para avaliar a produção e a qualidade da silagem de milho. Por outro lado, as baixas populações podem proporcionar a produção de duas espigas por planta ou de uma espiga maior. Normalmente, as altas populações, além de favorecer o acamamento, promovem uma diminuição da produção devido à existência de espigas pequenas (Oliveira, 1984).

Tollenaar (1991) relatou que a produtividade elevada nos híbridos mais modernos deveu-se, em parte, a um aumento na tolerância desses à maior densidade e maior resistência da planta às condições de “stress”. Larroque e Planchon (1990) sugeriram investigações sobre genótipos com melhor eficiência fotossintética em condições de pouca luz, possibilitando por meio dessa característica, condições que permitam maior adensamento nas cultivares, sem prejuízos para a produção.

Estudando épocas de colheita, Vilela (1983) verificou que a ensilagem de milho deve ocorrer de 102 a 119 dias após a semeadura, época em que se tem de 28% a 35% de matéria seca, correspondendo, em termos práticos, ao ponto denominado farináceo duro ou pós-farináceo dos grãos.

De acordo com Nussio (1990), Daccord, Arrigo e Vogel (1996), o ponto ideal para ensilar o milho é quando ele apresenta de 33% a 37% de matéria seca. Esta situação ocorrerá em cultivares adequadas à produção de silagem, no ponto em que os grãos estiverem no estágio farináceo-duro. As vantagens de se cortar a planta nesse estágio são: um decréscimo na produção de matéria verde, porém um significativo aumento na produção de matéria seca por área; decréscimo nas

perdas no armazenamento, principalmente pela diminuição do efluente e um significativo aumento no consumo voluntário da silagem produzida. A desvantagem é que se tem um pequeno aumento nas perdas a campo e na colheita, principalmente pela maior perda de folhas.

A produção de silagem de milho de alta qualidade está intimamente associada à obtenção de alta produtividade de massa verde e significativa participação de espigas na massa total. Uma característica importante para a determinação do ponto de colheita de milho para silagem é a máxima produção de matéria seca digestível, que aumenta, estabiliza e decresce com o avanço do estágio de maturação da cultura, mas sempre em níveis inferiores ao acúmulo de matéria seca (Ferreira, 1990).

A posição da linha de leite no grão tem sido recomendada como um ótimo parâmetro para determinar o ponto de colheita do milho para silagem. Estudos realizados por Sulc et al. (1996), para determinar a variação no teor de matéria seca da planta toda em diferentes estádios de linha de leite no grão de milho, concluíram que o estágio de linha de leite do grão e o teor de matéria seca na planta inteira foram positivamente correlacionados. Segundo os mesmos autores, a linha de leite do grão foi um bom indicador da época ideal de colheita do milho para silagem.

Outros estudos para validar o uso da linha de leite do grão para prever a umidade da planta inteira de milho e para avaliar o efeito da data de colheita, sobre a produção e qualidade de forragem de milho, foram realizados por Ganoe et al. (1992) em quatro cultivares de maturação variada. Os autores concluíram que, para uma amplitude de umidade da planta inteira de 63% a 68%, a colheita de milho para silagem deve acontecer nos estádios de desenvolvimento do grão de metade leitoso. Ou seja, quando os grãos atingiram a meia linha de leite a totalmente dentado, dependendo da cultivar.

## 2.4 Épocas de semeadura

Conceitualmente, as épocas ideais de semeadura referem-se ao período em que a cultura tem maior probabilidade de encontrar as condições climatológicas favoráveis para maximizar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade (Shaw, 1977).

Em regiões temperadas e subtropicais, o período de semeadura do milho é restrito a um determinado período do ano, no qual as condições ambientais são favoráveis. Na prática, sobretudo nas regiões tropicais, o fator climático limitante é a duração da estação chuvosa, condicionante, portanto, da extensão da época de semeadura (Viégas e Peeten, 1987).

O cultivo do milho, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais, é submetido a diferentes condições ambientais. Há diferenças acentuadas nas condições de fertilidade do solo, temperatura e precipitação, dentre outros fatores (Paterniani, 1986 e 1990; Ramalho, 1999). Essas variações são agravadas pela grande amplitude nas épocas de semeadura a que a cultura é submetida. Considera-se como a época de semeadura mais adequada aquela em que o período de floração coincide com os dias mais longos do ano e o estágio de enchimento dos grãos ocorra sob temperaturas elevadas, alta disponibilidade de energia solar e adequadas condições de umidade no solo.

A época recomendada para a semeadura do milho em Minas Gerais corresponde aos meses de outubro e novembro. Nesse período, as precipitações são mais frequentes e as temperaturas diurnas e noturnas são mais elevadas (EMBRAPA, 1996; Ramalho, 1999). Como o período de semeadura pode apresentar uma amplitude longa, a identificação das exigências bioclimáticas das cultivares e das condicionantes climáticas regionais, durante a estação de desenvolvimento do milho, é determinante na identificação das melhores épocas de semeadura.

Nas condições do sul do estado de Minas Gerais, por exemplo, os agricultores têm realizado a semeadura de outubro até dezembro, podendo, em certos casos, estender-se até janeiro e até mesmo fevereiro. Nessa região, durante esses meses, há expressiva variação na temperatura diurna e noturna e também na precipitação. Vale salientar que, nas semeaduras tardias, o principal problema deve ser a precipitação, pois nas culturas de milho semeadas a partir de dezembro, o florescimento e, principalmente, o enchimento de grãos ocorrerá nos meses de março, abril e maio, quando as precipitações tomam-se escassas.

Dada a diversidade climática, durante o período em que o milho pode ser cultivado na região, é esperado efeito pronunciado da época de semeadura no crescimento e desenvolvimento da planta, podendo refletir na produtividade de grãos ou forragem. Porém, pode-se dizer que há escassez de informações com relação ao efeito de épocas de semeadura na produção de silagem. Avelar et al. (1996); Gonçalves et al. (1996) e Ramalho (1999) mostraram que o efeito do atraso na semeadura na produção de massa seca de forragem é similar ao da produção de grãos, pois foi detectada alta correlação entre a expressividade dessas duas características.

Keplin e Santos (1996), em trabalho conduzido no estado do Paraná (Tabela 2), verificaram que houve redução na produção de matéria seca e grãos em decorrência de uma semeadura mais tardia. Verificaram também aumento na quantidade de plantas acamadas, redução na porcentagem de espigas e um aumento na contribuição do colmo para a matéria seca total. Conseqüentemente, houve redução na qualidade de silagem.

Souza (1989) avaliou, em duas localidades de Minas Gerais, dezessete cultivares de milho no período entre outubro e janeiro, sendo a semeadura realizada mensalmente. Ficou constatado que, a partir de 15 de outubro, cada dia de atraso na semeadura acarretou uma redução média de 27 kg/ha/dia de grãos.

**TABELA 2** Influência da época de semeadura na produção de matéria verde e seca, acamamento, altura da planta e espiga e composição relativa da planta.

Característica	1ª época <sup>1</sup> (20/09)	2ª época (05/10)	3ª época (20/10)	4ª época (05/11)	5ª época (20/11)
Massa verde (t/ha)	34,92	48,36	50,34	59,97	59,47
Massa seca (t/ha)	15,08	17,36	16,16	14,81	12,78
Altura da planta (cm)	172,00	232,00	253,00	287,00	297,00
Altura da espiga (cm)	113,00	123,00	132,00	157,00	162,00
Acamamento (%)	1,50	4,50	1,70	11,80	33,30
Produção de grãos (t/ha) <sup>2</sup>	7,45	9,77	9,21	7,23	7,27
Colmo (%)	25,00	22,00	24,30	32,50	34,60
Folha (%)	20,60	15,80	16,50	21,60	24,70
Espiga (%)	54,40	62,20	59,20	46,00	40,10

Fonte: Keplin e Santos, L.A.S.-Setor de Agrostologia, Fundação ABC, 1996.

<sup>1</sup> Na 1ª época houve deficiência hídrica na floração, afetando a produção.

<sup>2</sup> Produção de grãos com 13% de umidade, com colheita total da produção.

Oliveira et al. (1991), avaliando três cultivares em cinco épocas de semeadura no estado de Mato Grosso do Sul, verificaram um decréscimo acentuado com o atraso da semeadura, com relação principalmente à produtividade dos grãos, números de espigas e prolificidade. Ficou constatado também que a interação épocas x cultivares foi significativa, enquanto a interação locais x cultivares não foi significativa. Concluíram, assim, ser mais eficiente avaliar as cultivares de milho em experimentos conduzidos em maior número de épocas em detrimento de locais. Esses resultados estão de acordo com a observação de Paterniani (1986), enfatizando a importância da avaliação de cultivares, em um mesmo local, em diferentes épocas de semeadura.

Ribeiro (1998) comparou vinte cultivares de milho em experimentos conduzidos em três localidades no estado de Minas Gerais, envolvendo variedades, híbridos simples, duplos e triplos, em três épocas de semeadura, a partir de 15 de outubro. O autor constatou que as semeaduras mais tardias acarretaram redução no número de dias para o florescimento masculino, altura

de plantas e peso de espigas despalhadas. Neste último caso, estimou-se uma redução média de 28,31 kg/ha/dia, contribuindo para uma redução na produtividade em torno de 20% com relação à primeira época de semeadura.

## **2.5 Cultivares de milho para a produção de silagem**

Cerca de 22% do milho produzido na região sul/sudoeste de Minas Gerais é destinado para a produção de silagem, visando à alimentação de vacas leiteiras (IBGE, 1996). A maioria das cultivares utilizadas para silagem na região é material adaptado, principalmente devido à sua alta produtividade de grãos. O principal argumento é que as cultivares de milho com maior produção de grãos são as que contribuem para a melhor qualidade da silagem.

Na seleção de cultivares para a produção de forragem, geralmente dá-se preferência para aquelas que apresentem entre 40% e 50% de grãos no material a ser ensilado (Nussio, 1990; Daccord, Arrigo e Vogel, 1996). Entretanto, existem relatos de que nem sempre os híbridos mais produtivos em grãos irão produzir silagem de melhor qualidade (Fairey, 1980, 1982; Vattikonda e Hunter, 1983). Deste modo, é fundamental para a região que características relacionadas com a obtenção de silagem de boa qualidade recebam atenção, visando à máxima eficiência do processo.

Diversos fatores afetam a produção de silagem de milho. Dentre eles, a escolha de uma cultivar adequada a cada condição específica e as épocas de semeadura e de corte das plantas são fatores importantes de acréscimo na produtividade. A utilização de cultivares mais produtivas e adaptadas às condições regionais e às épocas recomendadas para a semeadura do milho são tecnologias essenciais para melhorar a produtividade da cultura. Elas podem ser obtidas sem grande custo adicional no sistema de produção (Monteiro, 1998).

A escolha de cultivares de milho para a produção de silagem é geralmente feita com base em parâmetros agronômicos, como boa arquitetura foliar, alta produção de grãos, alta produção de massa verde, alta relação grãos/massa verde, resistência a pragas e doenças, adaptação às condições edafoclimáticas e de fertilidade, resistência ao acamamento, teor de matéria seca na planta inteira adequada à silagem e ciclo vegetativo compatível com o manejo de ensilagem da propriedade (Lorenzoni et al., 1986; Pinter, 1986; Nussio, 1990; Santos, 1995; Peck, 1998).

Algumas cultivares brasileiras têm apresentado um rendimento médio de 11,5 toneladas de matéria seca por hectare (variando de 9,7 a 14 t/ha) no ponto denominado farináceo-duro (Vilela, 1983). Esses rendimentos são considerados ótimos, mas existem relatos de cultivares com elevado potencial, atingindo produtividades próximas a 26 t/ha (Nussio, 1997).

A escolha da cultivar deve ter como princípio básico a obtenção de uma produção de matéria seca de boa qualidade. Esta pode ser parcialmente prevista por meio da produção de grãos em relação ao resto da planta, sendo mais facilmente obtido com a utilização de cultivares tardias (Souza, 1989; Nussio, 1997).

Hunter (1978) e Allen (1990), ao estudar os fatores que influenciam a qualidade da silagem, constataram existir variação genética entre os materiais. Ela expressa-se por meio do consumo de matéria seca e da degradabilidade da forragem, não sendo exclusivamente dependente da relação grãos/planta. Sendo assim, é necessário que a fração não constituída de grãos seja de boa qualidade, visto que os outros componentes da planta desempenham também papel importante na melhoria da qualidade da silagem.

A utilização de híbridos de milho de porte baixo pode ser mais conveniente para a produção de forragem. Isto porque, além de oferecer maior resistência ao tombamento, o que facilita o corte mecânico, pode ainda suportar

um maior número de plantas por unidade de área, proporcionando maior produção de matéria seca (Brown et al., 1970; Alessi e Power, 1974). Entretanto, Pinheiro (1985) verificou que a altura da planta não tem nenhuma influência na qualidade da forragem de milho. Porém, em alguns trabalhos, ficaram demonstradas diferenças significativas quanto à produção de matéria seca entre as diferentes cultivares de milho, tendo a maior quantidade sido encontrada em cultivares que apresentaram maior porte (Schmid et al., 1976; Gomide et al., 1987; Silva et al., 1999; Fonseca, 2000).

Para a produção de silagem, uma característica geralmente utilizada na escolha da cultivar é a sua capacidade de permanecer verde (*stay green*) no momento da ensilagem. Estas cultivares apresentam um menor acamamento, tolerância ao estresse hídrico e uma melhor tolerância a pragas e doenças (Walulu et al., 1994; Choi et al., 1995; Barrière et al., 1997; Fonseca, 2000).

Estudando o comportamento de linhagens para essa característica, Choi et al. (1995) observaram que as cultivares com “*stay green*” mais pronunciado apresentaram maiores atividades fotossintéticas, altas porcentagens de proteínas e lipídeos e boa resistência a diversas doenças. Entretanto, a degradabilidade de fibra bruta e fibra em detergente neutro nas folhas foi baixa.

É necessário salientar que faltam resultados de pesquisa com relação ao efeito do “*stay green*” na qualidade da silagem, pois existem suspeitas de que essa característica é mais prejudicial do que benéfica para a produção de silagem de alta qualidade (Oliveira, 1999).

Devido ao aumento na demanda por sementes de cultivares específicas para a produção de silagem, surgiram no mercado sementes que, muitas vezes, não foram desenvolvidas para este fim, mas foram selecionadas por apresentarem elevada produção de massa verde e maior produção de grãos (Oliveira, 1999; Fonseca, 2000). Porém, essas cultivares podem apresentar algumas características que não permitem a produção de silagem de alta

qualidade. Entre elas, pode-se citar a consistência dura ou vitrea do grão, que compromete o aproveitamento do amido pelos animais. Deste modo, uma característica importante na escolha da cultivar para a produção de silagem é que ela apresente os grãos com uma textura mais macia (Roth e Lauer, 1997; Calestine et al., 1998; Oliveira, 1999; Fonseca, 2000).

### **2.5.1 Interação genótipo x ambiente na produtividade e qualidade da silagem**

A avaliação de cultivares de milho para silagem com ampla adaptabilidade é dificultada, pois os genótipos apresentam diferentes comportamentos nos diversos ambientes. Este efeito diferenciado dos diversos materiais, quando avaliados simultaneamente em mais de um ambiente, é denominado de interação genótipo por ambiente.

A interação genótipo por ambiente pode ser verificada para as várias características agrônômicas, bromatológicas e nutricionais da planta. Contudo, na maioria das vezes, não há repetibilidade nos resultados obtidos nos trabalhos conduzidos com esse objetivo (Prada e Silva, 1997; Monteiro, 1998; Ramalho, 1999).

Lundvall et al. (1994), avaliando as várias características de cultivares de milho, encontraram interação significativa entre anos x cultivares para a degradabilidade *in vitro* e porcentagem de FDN no colmo e nas folhas. Entretanto, Cox et al. (1994), avaliando o comportamento de cultivares de milho em dois locais por dois anos, não verificaram interação entre cultivares x anos ou entre cultivares x locais para a degradabilidade *in vitro* da matéria seca, apesar da variação de ano. No entanto, encontraram interação significativa entre anos x cultivares para a porcentagem de FDN e entre anos x cultivares x locais para a porcentagem de grãos na matéria seca.

Vattikonda e Hunter (1983) encontraram interação significativa para cultivares x anos na produção de matéria seca e de grãos. Entretanto, não se verificou interação para a degradabilidade *in vitro* da fração colmo mais folhas.

Avaliando o efeito das condições ambientais sobre algumas características agronômicas, químicas e de degradabilidade da fração volumosa de híbridos de milho, Prada e Silva (1997) encontrou interação significativa entre anos x híbridos para todas as características, exceto para a porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta. Dessa forma, há indícios de que pode ser realizado um trabalho de seleção de híbridos com base na característica de FDA.

Ramalho (1999), avaliando o comportamento de famílias de meio-irmãos em diferentes épocas de semeadura, encontrou interação significativa entre famílias x épocas para a produção da massa verde das espigas e do rendimento total de matéria verde. Entretanto, para a maioria dos caracteres avaliados, o comportamento das famílias de meio-irmãos foi coincidente nas diferentes épocas de semeadura. Portanto, a importância da interação famílias x épocas foi pequena.

### **2.5.2 Avaliação do valor nutritivo de cultivares de milho para silagem**

Apesar da silagem de milho ser um alimento bastante conhecido, conceitos errôneos ainda são aplicados na escolha de cultivares, nos quais a qualidade do produto final não é priorizada. Entretanto, a baixa disponibilidade de resultados de avaliação da qualidade nutricional da forragem das cultivares disponíveis no mercado, aliada à pequena ênfase dada pela maioria dos programas de melhoramento visando ao desenvolvimento de cultivares

específicas para a produção de silagem, limita a escolha baseada em sua qualidade nutricional.

Além da avaliação de características agronômicas, é fundamental a avaliação do valor nutritivo da forragem. Para a avaliação do valor nutritivo dá-se ênfase à avaliação da composição bromatológica e à degradabilidade da planta inteira. Os principais parâmetros empregados para a avaliação da composição bromatológica são a porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN), a porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA), a porcentagem de cinzas, a porcentagem de extrato etéreo e a porcentagem de proteína (Nussio, 1990; Coors, Carter e Hunter, 1994).

Para a escolha de cultivares de milho, a porcentagem de proteína na silagem não vem recebendo muita atenção. Isso se deve, provavelmente, ao uso de concentrados protéicos adicionados à forragem e à pequena variação encontrada entre as cultivares (Barrière et al., 1997; Casler e Vogel, 1999; Fonseca, 2000). Segundo Vilela (1983), a silagem de milho possui, em média, de 4% a 7 % de proteína bruta.

A melhoria na qualidade do colmo com relação à nutrição animal é, de certa maneira, contrária ao melhoramento dessa fração para a produção de silagem com elevada qualidade nutricional (Albrecht e Dudley, 1987; Fonseca, 2000). Wolf et al. (1993b) encontraram diferenças significativas nas porcentagens de FDA, FDN e lignina na fração fibrosa de cultivares de milho, evidenciando a importância de pesquisas sobre a degradabilidade da planta.

De acordo com Schwarz et al. (1996), as cultivares de milho apresentam diferenças no valor nutricional de suas partes componentes. Esse fator influencia diretamente a degradabilidade e o teor de energia da silagem, os quais dependem da participação da espiga, das folhas e dos colmos no material a ser ensilado.

Diversas técnicas podem ser utilizadas para avaliar o valor nutricional da forragem. Elas permitem medir o desaparecimento da matéria seca dos

alimentos. A avaliação da degradabilidade geralmente é realizada *in vitro* pela avaliação da degradabilidade verdadeira e aparente da matéria seca e da FDN (Goering & Van Soest, 1975). Porém, atualmente, a degradabilidade *in situ* é uma técnica que está sendo mais utilizada, sendo considerada um método mais preciso do que a degradabilidade *in vitro* para determinar o desaparecimento da matéria seca (Van Soest, 1982; Barrière et al., 1997; Fonseca, 2000).

## **2.6 Relação entre características agronômicas, bromatológicas e de degradabilidade da planta**

Schmid et al. (1976), ao estudarem as relações entre características agronômicas das culturas de milho e sorgo, e a qualidade de suas silagens, observaram elevadas correlações entre dados agronômicos e de qualidade das silagens. Estas correlações estão refletidas na porcentagem de colmo x FDA e porcentagem de espiga na planta toda x FDA.

Van Soest (1982) obteve correlações positivas da degradabilidade *in vivo* e *in vitro* com o consumo de matéria seca. Entretanto, as porcentagens de lignina e fibra em detergente ácido (FDA) apresentaram correlações negativas com a degradabilidade e com o consumo voluntário de matéria seca.

Deinum e Bakker (1981) e Ferret et al. (1997) encontraram correlação positiva entre as porcentagens de grãos na matéria seca total da planta e a de fibra em detergente neutro (FDN) da fração colmo mais folhas. Conclui-se, dessa forma, existir um efeito de translocação de carboidratos solúveis da fração volumosa para os grãos.

Em outro trabalho conduzido por Deinum (1988), baixa correlação entre a participação de grãos na matéria seca e a degradabilidade da matéria seca da planta inteira e baixa relação entre a porcentagem de FDN, FDA e de lignina com a degradabilidade foram obtidas. Porém, Allen et al. (1991), Wolf et al.

(1993 a), Wolf et al. (1993b) e Ferret et al. (1997) observaram correlações significativas entre as características agronômicas e bromatológicas com a degradabilidade da matéria seca.

De acordo com Fonseca (2000), existem relatos de que cultivares que apresentam resistência a insetos e doenças geralmente produzem uma silagem com baixo valor nutritivo. Buendgen et al. (1990) observaram aumentos drásticos na porcentagem de fibra em detergente neutro em silagens de milho quando selecionaram plantas para a resistência à broca européia "*Ostrinia nubilalis* Hubner". Pode-se então considerar que, ao se reduzir a porcentagem de FDN, é possível diminuir a resistência da planta ao ataque de insetos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Características do local

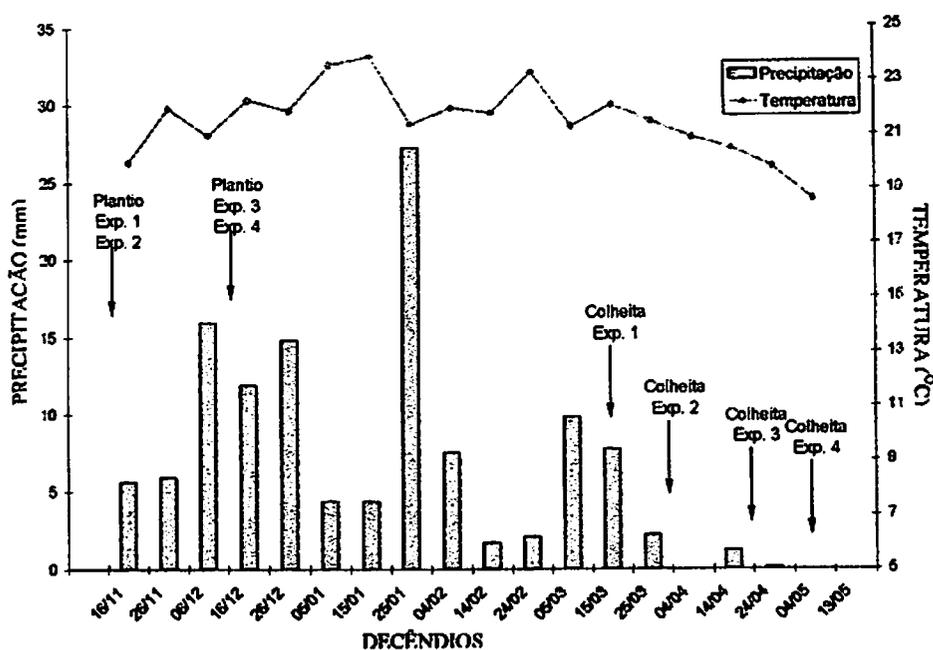
Os experimentos de campo foram conduzidos durante o ano agrícola 1999/2000 na área experimental do Departamento de Agricultura (DAG) no campus da Universidade Federal de Lavras, em solo classificado como latossolo vermelho escuro (LE), textura argilosa e de declividade de 9%. Os resultados das análises química e física do solo encontram-se na Tabela 3.

**TABELA 3.** Resultados das análises química e física do solo (0 a 20cm de profundidade) da área experimental.

Características químicas	Unidade	Resultado
pH em água	-	6,5
P	mg/dm <sup>3</sup>	9,0
K <sup>+</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	50,0
Ca <sup>++</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	3,1
Mg <sup>++</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	0,8
Al <sup>+++</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	0,0
H <sup>+</sup> + Al <sup>+++</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>	2,1
Soma de bases trocáveis (S)	cmolc/dm <sup>3</sup>	4,0
CTC efetiva (t)	cmolc/dm <sup>3</sup>	4,0
CTC a pH 7,0 (T)	cmolc/dm <sup>3</sup>	6,1
Saturação de Al da CTC efetiva (m)	(%)	0,0
Saturação de bases da CTC a pH 7 (V)	(%)	65,7
Matéria orgânica	dag/kg	2,2
<b>Micronutrientes</b>		
Zinco	mg/dm <sup>3</sup>	2,2
Cobre	mg/dm <sup>3</sup>	2,2
Ferro	mg/dm <sup>3</sup>	4,0
Enxofre	mg/dm <sup>3</sup>	21,9
Manganês	mg/dm <sup>3</sup>	3,8
Boro	mg/dm <sup>3</sup>	0,2
<b>Análise física</b>		
Areia	(%)	18,0
Silte	(%)	17,0
Argila	(%)	65,0

Fonte: UFLA\Departamento de Ciência do Solo\Laboratório de Análise do Solo, Lavras, MG.

A cidade de Lavras situa-se na região sul do estado de Minas Gerais, a  $21^{\circ} 14'$  de latitude sul e  $45^{\circ} 00'$  de longitude oeste, com uma altitude média de 920 m. O clima da região, na classificação de Köppen, é do tipo Cwb. A temperatura média é de  $22,1^{\circ}\text{C}$  no mês mais quente e  $15,8^{\circ}\text{C}$  no mês mais frio, sendo a média anual de  $19,4^{\circ}\text{C}$ . A pluviosidade média anual é de 1.530 mm, com evaporação total no ano de 1.034,3 mm e umidade relativa média anual de 76,2% (Brasil, 1992). As variações na temperatura e na precipitação média por decêndio ocorridas durante a condução dos experimentos, estão na Figura 1.



**FIGURA 1** Dados médios de temperatura e precipitação por decêndio, em Lavras-MG, no período de 16/11/1999 a 13/05/2000. Exp.1 e Exp.3: plantas colhidas com os grãos na meia linha de leite. Exp.2 e Exp.4: plantas colhidas com os grãos na maturidade fisiológica. Dados obtidos no setor de Bioclimatologia da UFLA. Lavras-MG, 2001.

### 3.2 Instalação e condução dos experimentos

Foram conduzidos quatro experimentos com instalação em duas épocas distintas (novembro e dezembro). Em cada época foram conduzidos dois experimentos. Em um deles as plantas foram cortadas quando a linha de leite atingiu a metade do grão, ou seja, quando 50% das plantas da cultivar encontravam-se no estágio denominado farináceo-duro, com a porcentagem de matéria seca entre 30% e 40%. No outro experimento, a colheita foi realizada quando os grãos de 50% das plantas da cultivar atingiram a maturidade fisiológica (camada negra).

De acordo com a análise do solo (Tabela 3), foram utilizados como adubação de semeadura 400 kg/ha da fórmula 08-28-16 + 0,5% de zinco. A primeira adubação de cobertura foi realizada com uréia (60 kg N/ha) e cloreto de potássio (50 kg/ha), quando as plantas atingiram entre quatro e cinco folhas. A segunda adubação de cobertura foi realizada quando as plantas possuíam entre oito e nove folhas, utilizando o sulfato de amônio (60 kg N/ha).

O sistema de plantio utilizado foi o convencional, instalado sobre os restos culturais de milho com aração profunda de 30 cm, seguida de duas gradagens para destorroamento e nivelamento.

A semeadura foi realizada manualmente, utilizando-se oito sementes por metro linear, para o espaçamento de 0,80 metros entre linhas. Após a realização do desbaste, quando as plantas atingiram 20 cm de altura, foram deixadas, em média, 4,5 plantas por metro linear, obtendo-se um estande médio de 55.000 plantas por hectare.

Os demais tratamentos culturais e fitossanitários seguiram as recomendações técnicas previstas para a cultura do milho empregadas nessa região.

A primeira época de semeadura foi realizada no dia 16 de novembro e a segunda ocorreu em 17 de dezembro de 1999. Todos os tratamentos dos quatro

experimentos foram instalados em áreas contíguas e homogêneas e submetidos ao mesmo sistema de preparo do solo, níveis de adubação química, densidade de semeadura, tratos culturais e fitossanitários.

### 3.3 Tratamentos e delineamento estatístico

O delineamento experimental empregado foi em blocos ao acaso com quatro repetições, constituído de nove cultivares de milho de diferentes bases genéticas, ciclos fenológicos, tipos de grãos, cores de grãos e provenientes de diversas empresas produtoras de sementes. Essas cultivares foram previamente escolhidas, procurando representar a variabilidade existente no mercado para diferentes características de importância (Tabela 4).

A parcela experimental foi constituída de quatro linhas de 5,0 metros, espaçadas de 80 cm, sendo a área útil da parcela de 8,0 m<sup>2</sup> formada pelas duas linhas centrais. As duas linhas das extremidades de cada parcela foram também consideradas como bordaduras dos experimentos.

**TABELA 4** Características das cultivares de milho avaliadas.

Cultivar	Tipo de cultivar <sup>1</sup>	Ciclo fenológico <sup>2</sup>	Tipo do grão	Cor do grão
AG 1051	HD	P	Semi-dentado	Amarelo
AG 4051	HS	N	Dentado	Amarelo
AG 5011	HT	P	Semi-dentado	Amarelo
C-435	HD	P	Semi-duro	Alaranjado
C-505	HT	P	Semi-duro	Amarelo
D 657	HSm	P	Semi-duro	Alaranjado
P 3041	HT	P	Duro	Alaranjado
TORK	HS	SP	Duro	Alaranjado
UFLA 2004	HS	P	Semi-dentado	Amarelo

<sup>(1)</sup> (HS “híbrido simples”; HS<sub>m</sub> “híbrido simples modificado”; HT “híbrido triplo”; HD “híbrido duplo”).

<sup>(2)</sup> (SP “super precoce”; P “precoce” e N “normal”).

### **3.4 Preparo das amostras para as determinações analíticas**

Nas duas épocas de colheita, uma amostra de dez plantas selecionadas ao acaso na área útil de cada parcela foi cortada, agrupada, identificada e conduzida até o laboratório. No laboratório foram separadas as espigas (grãos + sabugos + brácteas) do resto da planta (folhas e colmo).

As duas frações foram pesadas separadamente e picadas em pedaços em torno de 2,5 cm de comprimento, com a finalidade de facilitar a homogeneização. Depois de homogeneizada, foi retirada uma amostra de cada parte, pesada e seca em estufa de ar forçado a 55°C até a obtenção de peso constante. Foi então determinada a matéria seca das frações da planta (AACC, 1976) e, conseqüentemente, a participação dessas frações (espigas e colmo + folhas) na matéria seca total da planta.

As demais plantas da parcela foram trituradas em picadeira, homogeneizadas e, posteriormente, foram retiradas duas amostras. A primeira amostra (900 gramas) foi seca em estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 55°C, até a obtenção de peso constante. Posteriormente, foi moída em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm, para a determinação da matéria seca do material colhido (AACC, 1976).

A segunda amostra (2 kg) foi ensilada em silos experimentais de PVC, cilíndricos, com aproximadamente 45 cm de altura e 10 cm de diâmetro, sendo a forragem compactada dentro dos padrões normais. Após 100 dias, o material foi retirado dos silos, homogeneizado e amostrado devidamente, retirando-se uma amostra de 900 gramas. Foi seguido o mesmo procedimento de secagem em estufa a 55°C até a obtenção de peso constante (AACC, 1976).

O material foi moído em moinho tipo Willey, utilizando duas peneiras, sendo uma de 5 mm e a outra de 1 mm. O material moído a 5 mm (250 gramas) foi utilizado para a montagem do ensaio de degradabilidade *in situ*, enquanto o

restante do material moído na peneira de 1 mm, serviu para a realização das análises bromatológicas.

### **3.5 Características agronômicas avaliadas**

Com exceção dos dados de rendimento de grãos, que foi obtido nas duas linhas de bordadura de cada parcela, todos os outros caracteres agronômicos foram obtidos nas duas linhas centrais da parcela que foram consideradas como área útil. Para cada experimento, foram avaliados os seguintes caracteres agronômicos, antes e durante a colheita, de acordo com Embrapa (1994):

#### **3.5.1 Altura de plantas e altura de inserção de espigas**

A altura de plantas foi determinada medindo-se do nível do solo até a inserção da última folha (folha bandeira) e a altura de inserção de espigas foi obtida pela medição partindo do nível do solo até o ponto de inserção da espiga superior. Para isto, foram utilizadas, em média, cinco plantas competitivas e tomadas ao acaso na parcela.

#### **3.5.2 Rendimento de matéria verde**

Obtido pela pesagem de todas as plantas da área útil de cada parcela, sendo o peso médio transformado em t/ha.

#### **3.5.3 Porcentagem de matéria seca**

Determinada por secagem em estufa a 105°C, até peso constante após a secagem em estufa a 55°C (AACC, 1976).

#### **3.5.4 Rendimento de matéria seca**

Valor obtido após a correção da porcentagem de matéria seca obtida a 55°C pela porcentagem de matéria seca a 105°C das amostras. O peso médio foi transformado em t/ha.

### **3.5.5 Porcentagem de espigas na matéria seca**

Obtida pela relação entre o peso de matéria seca das espigas e o peso total de matéria seca das plantas. O peso de matéria seca das espigas foi determinado por secagem em estufa a 105°C, até peso constante após a secagem em estufa a 55°C (AACC, 1976).

### **3.5.6 Porcentagem de colmo e folhas na matéria seca**

Obtida pela relação entre o peso de matéria seca dos colmos e folhas e o peso total de matéria seca das plantas. O peso da matéria seca da fração colmo + folha foi determinado por secagem em estufa a 105°C, até peso constante após a secagem em estufa a 55°C (AACC, 1976).

### **3.5.7 Rendimento de grãos**

Para a determinação do rendimento de grãos, realizou-se a colheita manual das espigas das duas fileiras consideradas como bordadura de cada parcela. Após a pesagem, as espigas foram debulhadas e, depois da pesagem dos grãos, foram retiradas amostras para a determinação do teor de água. Os dados de rendimento de grãos foram transformados para kg/ha e corrigidos para a umidade de 13%, utilizando a seguinte expressão:

$$R_{g(13\%)} = R_g (1-U)/1-U_0$$

Sendo:

$R_{g(13\%)}$ : rendimento de grãos (kg/ha) com a umidade corrigida para 13%;

$R_g$ : peso de grãos sem a correção;

$U$ : umidade dos grãos observada no campo;

$U_0$ : umidade de correção a 13%.

### **3.6 Características bromatológicas avaliadas**

As determinações bromatológicas da silagem foram efetuadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFLA. Para todas as análises executadas, foram efetuadas duplicatas das amostras obtidas para cada parcela. Foram avaliadas as seguintes características bromatológicas:

#### **3.6.1 Porcentagem de proteína bruta**

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

#### **3.6.2 Porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN) e porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA)**

Ambas foram determinadas não seqüencialmente, segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1991).

### **3.7 Determinação das taxas de degradação da matéria seca da silagem**

Foi determinada para todas as cultivares a degradabilidade *in situ* da matéria seca da silagem, utilizando a metodologia descrita por Pereira (1997). Essas análises foram efetuadas por meio de incubação ruminal, utilizando-se saquinhos onde foram colocadas as amostras e avaliadas em dois tempos (24 e 96 horas). Os saquinhos foram confeccionados com tecido de poliéster, com aproximadamente 50 µm de porosidade e dimensões de 8 cm x 16 cm. O fechamento das bordas foi feito com solda obtida de resistência elétrica

(máquina seladora). Cada saquinho continha 5,0 g de amostra moída em moinho com peneira 5 mm e seca a 55°C.

Os animais utilizados foram quatro bovinos fistulados (dois da raça holandesa e dois da raça jersey), fêmeas, não lactantes, não gestantes, com idade entre 6 a 9 anos, pertencentes ao Departamento de Zootecnia da UFLA.

Os animais foram submetidos a um processo de adaptação durante quinze dias antes do início da incubação, com o objetivo de se obter boas condições ruminais para a realização da degradabilidade *in situ*. Para essa adaptação foi fornecida uma dieta à base de fubá de milho em torno de 2 kg por animal e livre acesso ao pastejo. Durante o processo de incubação, os animais foram mantidos em baias separadas, submetidos a uma dieta à base de farelo de milho, em torno de 4 kg por animal, fornecida duas vezes ao dia e capim no cocho à vontade.

A metodologia adotada para o controle de tempo dos saquinhos no rúmen foi a de colocação no tempo, introduzindo-se primeiro aqueles que permaneceriam mais tempo no rúmen e retirando todos de uma só vez. Os saquinhos pertencentes a cada tempo foram colocados dentro de uma sacola de filó com a adição de chumbadas para obter peso suficiente para mantê-los imersos no rúmen. O número de saquinhos/animal/tempo foi de 144 unidades, o que corresponde ao número de parcelas de todos os experimentos. As sacolas de filó foram fechadas com zíper e amarradas a uma linha de nylon número 10, mantendo comunicação com o meio externo da cânula ruminal. Desse modo, todas as parcelas ficaram sujeitas ao mesmo ambiente ruminal para cada tempo de incubação. Todas as amostras das parcelas dos quatro experimentos foram incubadas em cada animal, constituindo, desse modo, uma repetição por animal.

Nas incubações foram colocados saquinhos testemunhas (sem material) com o objetivo de aferir eventuais alterações no peso dos mesmos. As diferenças encontradas foram ajustadas no cálculo da degradabilidade dos materiais.

Após serem retirados do rúmen dos animais, os saquinhos foram imediatamente colocados em água gelada para paralisação do processo de degradação. Em seguida, foram lavados com leve agitação em sistema de tanque com hélice agitadora (tanquinho), renovando-se a água até a mesma se apresentar transparente. Depois disso, foram colocados novamente em estufa a 55°C por 72 horas até atingir peso constante e, posteriormente, foram pesados (AACC, 1976). Pela diferença de peso entre essa pesagem e a efetuada antes de incubar os materiais, determinou-se a quantidade de matéria seca desaparecida (degradada) expressa em porcentagem da matéria seca insolúvel em água. A taxa de degradação foi obtida dividindo-se o percentual desaparecido pelo número de horas de incubação.

### 3.8 Procedimentos estatísticos

As características agrônômicas e bromatológicas obtidas foram submetidas inicialmente a uma análise de variância individual. Posteriormente, foi realizada uma análise da variância conjunta envolvendo as duas épocas de semeadura e as duas épocas de corte.

A análise de variância individual foi realizada de acordo com o seguinte modelo:

$$y_{ij} = m + b_j + c_i + e_{ij}$$

em que:

$y_{ij}$  : valor observado da cultivar  $i$  no bloco  $j$ ;

$m$  : efeito da média geral do experimento;

$b_j$  : efeito do bloco  $j$ , para  $j = 1, 2, 3, 4$ ;

$c_i$  : efeito da cultivar  $i$ , para  $i = 1, 2, \dots, 9$ ;

$e_{ij}$  : efeito do erro experimental.

A análise da variância conjunta, considerando as duas épocas de semeadura e as duas épocas de corte simultaneamente, foi realizada de acordo com o seguinte modelo:

$$y_{ijkl} = m + c_l + r_i + a_k + b_{j(ik)} + ra_{ik} + rc_{il} + ac_{kl} + rac_{ikl} + e_{ijkl}$$

em que:

$y_{ijkl}$  : valor observado da cultivar  $l$  no bloco  $j$  da época de semeadura  $i$ , na época de corte  $k$ ;

$m$  : efeito da média geral do experimento;

$c_l$  : efeito da cultivar  $l$ , para  $l = 1, 2, \dots, 9$ ;

$r_i$  : efeito da época de semeadura  $i$ , para  $i = 1, 2$ ;

$a_k$  : efeito da época de corte  $k$ , para  $k = 1, 2$ ;

$b_{j(ik)}$  : efeito do bloco  $j$  dentro da época de semeadura  $i$  e da época de corte  $k$ ;

$ra_{ik}$  : efeito da interação da época de semeadura  $i$  com a época de corte  $k$ ;

$rc_{il}$  : efeito da interação da época de semeadura  $i$  com a cultivar  $l$ ;

$ac_{kl}$  : efeito da interação da época de corte  $k$  com a cultivar  $l$ ;

$rac_{ikl}$  : efeito da interação da época de semeadura  $i$  com a época de corte  $k$  com a cultivar  $l$ ;

$e_{ijkl}$  : efeito do erro experimental.

Os dados de degradabilidade da silagem foram analisados separadamente, pois os animais utilizados e os tempos de incubação foram considerados como fonte de variação. Inicialmente, foi realizada uma análise de variância para ver se haveria diferenças significativas das repetições dos tratamentos dentro de cada animal. Como não foi constatada diferença significativa, foi realizada, posteriormente, uma análise de variância conjunta,

considerando a média das repetições dos tratamentos como a parcela experimental e utilizando os animais como as repetições dos experimentos.

A análise da variância conjunta para os dados de degradabilidade da silagem foi realizada de acordo com o modelo:

$$y_{ijklmn} = m + v_i + r_{j(i)} + c_k + s_l + a_m + t_{n(i)} + cs_{kl} + ca_{km} + ct_{kn(i)} + sa_{lm} + st_{ln(i)} + at_{mn(i)} + csa_{klm} + cst_{kln(i)} + cat_{knn(i)} + csat_{klmn(i)} + e_{ijklmn}$$

em que:

$y_{ijklmn}$  : valor da degradabilidade da cultivar k na vaca i, da repetição j dentro da vaca i, na época de semeadura l, na época de corte m, no tempo de incubação n dentro da vaca i;

$m$  : efeito da média geral do experimento;

$v_i$  : efeito da vaca i, para  $i = 1,2,3,4$ ;

$r_{j(i)}$  : efeito da repetição j dentro da vaca i;

$c_k$  : efeito da cultivar k, para  $k = 1,2,\dots,9$ ;

$s_l$  : efeito da época de semeadura l, para  $l = 1,2$ ;

$a_m$  : efeito da época de corte m, para  $m = 1,2$ ;

$t_{n(i)}$  : efeito do tempo de incubação n dentro da vaca i, para  $n = 1,2$ ;

$cs_{kl}$  : efeito da interação da cultivar k com a época de semeadura l;

$ca_{km}$  : efeito da interação da cultivar k com a época de corte m;

$ct_{kn(i)}$  : efeito da interação da cultivar k com o tempo de incubação n dentro da vaca i;

$sa_{lm}$  : efeito da interação da época de semeadura l com a época de corte m;

$st_{ln(i)}$  : efeito da interação da época de semeadura l com o tempo de incubação n dentro da vaca i;

$at_{mn(i)}$  : efeito da interação da época de corte m com o tempo de incubação n dentro da vaca i;

$csa_{k,lm}$  : efeito da interação da cultivar k com a época de semeadura l com a época de corte m;

$cst_{kln(i)}$  : efeito da interação da cultivar k com a época de semeadura l com o tempo de incubação n dentro da vaca i;

$cat_{k,lm(i)}$  : efeito da interação da cultivar k com a época de corte m com o tempo de incubação n dentro da vaca i;

$csat_{k,lm(i)}$  : efeito da interação da cultivar k com a época de semeadura l com a época de corte m com o tempo de incubação n dentro da vaca i;

$e_{ijklmn}$  : efeito do erro experimental.

Foi estimada também a correlação de Pearson envolvendo algumas características comuns avaliadas em todos os experimentos (Steel e Torrie, 1980).

As análises de variância e as comparações de médias (Scott Knott, 5%) foram realizadas utilizando o programa SISVAR® (Ferreira, 1999).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância por época de semeadura e por época de corte para as características agronômicas estão apresentados nas Tabelas 1A, 2A, 3A e 4A. Constatou-se, nas diferentes épocas de semeadura e de corte das plantas, diferença significativa entre as cultivares para a maioria das características avaliadas, indicando um comportamento diferencial das cultivares nos experimentos. Entretanto, para a produção de matéria seca, porcentagem de espigas e porcentagem da fração colmo + folhas na matéria seca não foi detectada diferença significativa entre as cultivares (Tabelas 1A, 3A e 4A).

Considerando cada característica agronômica avaliada, a precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (C.V.) foi semelhante entre os experimentos. Independente da época de semeadura e de corte, a porcentagem de espigas na matéria seca e a altura de plantas apresentaram a menor estimativa do C.V. Já as maiores estimativas foram observadas para a rendimento de grãos por hectare e produção de matéria verde e matéria seca das plantas. Contudo, em todos os casos foram inferiores a 14,5% (Tabelas 1A, 2A, 3A e 4A).

Com relação às características bromatológicas, os resumos das análises de variância por época de semeadura e por época de corte estão apresentados nas Tabelas 5A, 6A, 7A e 8A. Não foi observada diferença significativa entre as cultivares para a maioria das características. Porém, para a porcentagem de FDN foi detectada diferença significativa entre as cultivares na semeadura realizada em novembro e com o corte das plantas realizado na meia linha de leite (Tabela 5A).

A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (C.V.) foi semelhante entre os experimentos para a porcentagem de proteína bruta e para a porcentagem de FDN. Para a porcentagem de FDA ocorreu uma pequena variação entre os experimentos, mas, de modo geral, ela foi considerada boa, com valores inferiores a 19%.

O resumo da análise da variância conjunta para as características agronômicas envolvendo as duas épocas de semeadura e as duas épocas de corte encontra-se na Tabela 5. Observa-se que para todas as características a estimativa da precisão experimental foi inferior a 12%, evidenciando a boa precisão obtida. Constatou-se efeito significativo para as épocas de semeadura e cultivares para todas as características avaliadas.

Para a fonte de variação época de corte e para a interação época de corte x cultivares, apenas não foi observada significância para a altura de plantas e altura de espiga. Para a interação época de semeadura x época de corte, não foi observado efeito significativo para a produção de grãos, porcentagem de espigas na matéria seca e porcentagem de colmo + folhas na matéria seca total. Porém, para a interação época de semeadura x cultivares, foi observada significância para a produção de grãos e altura de espiga. Com relação à interação tripla, foi observada significância somente para a produção de matéria verde e de matéria seca por hectare.

O resumo da análise da variância conjunta para as características bromatológicas, envolvendo as duas épocas de semeadura e as duas épocas de corte, encontra-se na Tabela 6.

A precisão experimental avaliada pelo C.V. para as características em questão foi considerada boa, sendo inferior a 16% para todas as características avaliadas. Constatou-se efeito significativo para as épocas de semeadura, épocas de corte e cultivares para todas as características avaliadas, com exceção da porcentagem de FDN para a fonte de variação época de semeadura, porcentagem de proteína bruta para a fonte de variação época de corte e porcentagem de FDA para o efeito de cultivares. A porcentagem de FDN e FDA foi ainda influenciada pela interação época de semeadura x época de corte e a porcentagem de proteína bruta foi influenciada pela interação tripla.

**TABELA 5** Resumo das análises de variância conjunta para o rendimento de grãos (RG), produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), porcentagem de espiga na matéria seca (% EMS) e porcentagem de colmo + folhas na matéria seca (% CMS), de nove cultivares de milho avaliadas em duas épocas de semeadura e de corte das plantas. UFLA, Lavras-MG, 2001.

FV	GL	QM									
		RG (kg/ha)	PMV (kg/ha)	PMS (kg/ha)	AP (m)	AE (m)	% EMS	% CMS			
Bloco (E * EC)	12	2440755,79**	19514359,09	4054259,13	0,01	0,01	7,14	7,14			
Época (E)	1	51351108,55**	5592235350,00**	366883984,19**	1,78**	1,42**	111,32**	111,32**			
Corte (EC)	1	18279028,16**	2073094730,00**	119734567,59**	0,01	0,01	26,21*	26,21*			
Cultivar (C)	8	15221163,75**	237628363,72**	18457366,34**	0,45**	0,25**	14,17**	14,17**			
E * EC	1	905477,23	424961046,01**	12419615,60*	0,05*	0,03*	0,04	0,04			
C * E	8	3059558,76**	22292480,47	2398789,44	0,02	0,01*	6,16	6,16			
C * EC	8	2790285,06**	48062500,00**	6487133,63*	0,01	0,0042	11,69**	11,69**			
C * E * EC	8	1702771,98	31798448,35*	10325774,70**	0,01	0,0036	6,20	6,20			
Erro	96	927800,86	12521439,16	3047922,72	0,01	0,01	4,09	4,09			
CV (%)		11,68	10,13	10,54	4,29	6,23	2,97	6,34			

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

**TABELA 6** Resumo das análises de variância conjunta para a porcentagem de proteína bruta (PB), porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN) e porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA), de nove cultivares de milho avaliadas em duas épocas de semeadura e duas épocas de corte das plantas. UFLA, Lavras-MG, 2001.

FV	GL	QM		
		PB	FDN	FDA
Bloco /(E * EC)	12	0,3289	16,0595	10,5905
Época (E)	1	8,9271**	19,1260	94,4946*
Corte (EC)	1	0,1581	516,0469**	344,0098**
Cultivar (C)	8	0,7071*	39,0655**	12,7059
E * EC	1	0,4148	140,7387**	103,9550**
C * E	8	0,2015	11,2069	5,5314
C * EC	8	0,3094	12,3770	12,0700
C * E * EC	8	0,7107*	13,0670	19,7793
Erro	96	0,3187	12,2337	14,6756
CV (%)		7,87	7,99	15,02

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

Com relação à degradabilidade da silagem, como ficou constatado que não houve diferenças significativas das repetições dos tratamentos dentro de cada animal, para fins de análise, cada vaca utilizada foi considerada como sendo uma repetição (bloco). A média das repetições considerando os experimentos de campo para cada cultivar foi utilizada como a parcela experimental. O resumo da análise da variância conjunta, envolvendo as duas épocas de semeadura, as duas épocas de corte e os dois tempos de incubação, encontra-se na Tabela 7. A precisão experimental foi inferior a 4%. Foi observado efeito significativo para a época de semeadura, época de corte, tempo de incubação e cultivares.

A degradabilidade da silagem foi ainda influenciada pelas interações tempo x cultivares, época de semeadura x cultivares, época de corte x cultivares, época de corte x época de semeadura, época de semeadura x época de corte x cultivares e pela interação quádrupla. Isto indica que o comportamento relativo

das cultivares não foi coincidente nas diferentes épocas de semeadura, épocas de corte e tempos de incubação em que foram avaliadas.

**TABELA 7** Resumo da análise de variância conjunta para a porcentagem de degradabilidade *in situ* (DEG) de nove cultivares de milho avaliadas em duas épocas de semeadura, duas épocas de corte das plantas e em dois tempos de incubação. UFLA, Lavras-MG, 2001.

FV	GL	QM
Bloco (vaca)	3	247,2083 **
Cultivar (C)	8	117,9493 **
Erro a	24	2,6159
Tempo (T)	1	66235,5639 **
T * C	8	68,9202 **
Erro b	24	1,9862
Época (E)	1	261,8044 **
E * C	8	10,1808 **
E * T	1	519,4670 **
E * C * T	8	4,1426
Erro c	24	2,5716
Corte (EC)	1	1179,5629 **
EC * C	8	34,2900 **
EC * T	1	147,1327 **
EC * E	1	267,3250 **
EC * C * T	8	5,3220
EC * C * E	8	20,5267 **
EC * T * E	1	0,1866
EC * C * E * T	8	12,2334 **
Erro d	141	4,3555
CV a (%)		2,61
CV b (%)		2,28
CV c (%)		2,59
CV d (%)		3,37

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

## 4.1 Características agronômicas

### 4.1.1 Rendimento de grãos

Nas Tabelas 8 e 9, observa-se, para o rendimento de grãos na média geral, uma variação de 7.149 kg/ha para a cultivar AG 5011 a 10.423 kg/ha (AG 4051). A cultivar AG 4051 produziu, na média das duas épocas de corte, 2.489 kg/ha a mais que a média das demais cultivares.

Foi verificado que o rendimento de grãos foi influenciado pela época de corte e de semeadura. O rendimento foi maior na época de corte realizada com os grãos na maturidade fisiológica e na semeadura realizada em novembro (Tabelas 8 e 9). Para a colheita realizada quando os grãos atingiram a maturidade fisiológica, ocorreu um aumento na produtividade em todas as cultivares testadas em relação à colheita realizada na meia linha de leite. Na média geral, esse aumento foi de 9,49%, o que pode ser devido ao menor teor de umidade dos grãos e, conseqüentemente, a uma maior porcentagem de matéria seca nos grãos.

**TABELA 8** Valores médios para o rendimento de grãos (RG) de nove cultivares de milho avaliadas em duas épocas de corte das plantas. UFLA, Lavras-MG, 2001.<sup>1</sup>

Cultivares	RG (kg/ha)		Médias
	Meia linha de leite	Maturidade fisiológica	
AG 1051	7587 c	10310 a	8949 b
C 505	7128 c	7820 b	7474 d
UFLA 2004	7427 c	8399 b	7913 c
TORK	8429 b	8563 b	8496 c
D 657	7095 c	7560 b	7328 d
AG 5011	6730 c	7567 b	7149 d
P 3041	7447 c	8138 b	7793 c
C 435	8647 b	8094 b	8370 c
AG 4051	10084 a	10761 a	10423 a
Médias	7842 B	8579 A	8210

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

**TABELA 9** Valores médios para o rendimento de grãos (PG) de nove cultivares de milho avaliadas em duas épocas de semeadura. UFLA, Lavras-MG, 2001.<sup>1</sup>

Cultivares	RG (kg/ha)	
	Novembro	Dezembro
AG 1051	9127 b	8770 a
C 505	8491 b	6457 c
UFLA 2004	8063 c	7762 b
TORK	9285 b	7707 b
D 657	8351 b	6304 c
AG 5011	7199 c	7098 c
P 3041	8970 b	6615 c
C 435	8617 b	8124 b
AG 4051	11353 a	9492 a
<b>Médias</b>	<b>8828 A</b>	<b>7606 B</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Com relação à época de semeadura, verificou-se que cada dia de atraso acarretou uma redução média de 39 kg/ha/dia na produção de grãos. Esses dados corroboram com os obtidos por Souza (1989), que constatou uma redução na produção de grãos de 16 a 38 kg/ha para cada dia de atraso na semeadura. Ribeiro (1998) também constatou que atrasos na época de semeadura promovem perdas semelhantes, em média de 28 kg/ha/dia, em semeaduras realizadas a partir de 15 de novembro.

Para a interação época de corte x cultivar, verifica-se que apenas as cultivares AG 4051, C 435 e TORK apresentaram desempenho semelhante nas duas épocas de corte. O restante das cultivares variou o seu comportamento nas diferentes épocas de corte (Tabela 8).

Com relação à interação época de semeadura x cultivar, foram observadas diferenças no desempenho de algumas cultivares para as duas épocas de semeadura. Demonstra-se, assim, que algumas cultivares que foram superiores em novembro, não tiveram o mesmo desempenho quando avaliadas

no experimento de dezembro. Sendo assim, as cultivares AG 4051, C 435, AG 5011 e TORK apresentaram desempenho relativo semelhante nas duas épocas de semeadura, sendo que a cultivar AG 4051 foi a mais produtiva, independente da época de semeadura (Tabela 9).

#### **4.1.2 Altura de plantas e altura de inserção de espigas**

Foi observada para a altura de plantas uma variação de 1,94 m para a cultivar AG 5011 a 2,49 m para a cultivar AG 4051. Essa última cultivar apresentou, na média das duas épocas de semeadura e colheita, 32 cm a mais que as demais cultivares (Tabela 10). Para a altura de espiga, constatou-se uma amplitude de 1,06 m para a cultivar AG 5011 a 1,46 m para a cultivar AG 1051. Vale ressaltar que estas características são altamente influenciadas pela constituição genética do material e pelo ambiente, o que proporcionou a grande variação observada.

Verificou-se que a altura de plantas e a altura de inserção das espigas foram influenciadas pela época de semeadura. Para ambos os caracteres, as cultivares apresentaram uma maior altura na semeadura realizada em novembro. O efeito do atraso da semeadura provocou um decréscimo médio diário de 0,77 cm na altura da planta e de 0,70 cm na altura de inserção de espiga (Tabela 10). Resultados semelhantes foram encontrados por Ramalho (1999), que constatou um decréscimo médio diário de 1,0 cm na altura da planta e de 0,60 cm na altura da inserção da espiga com o atraso da semeadura.

Com relação à interação época de semeadura x cultivar, apenas as cultivares AG 1051 e D 657 apresentaram desempenho semelhante para a altura de espiga nas duas épocas de semeadura. Essas cultivares foram as que apresentaram a maior altura de planta e de espiga (Tabela 10).

**TABELA 10** Valores médios para a altura de planta (AP) e altura de espiga (AE) de nove cultivares de milho, considerando as duas épocas de semeadura. UFLA, Lavras-MG, 2001.

Cultivares	AP (m)			AE (m)		
	Nov.	Dez.	Média	Nov.	Dez.	Média
AG 1051	2,53 a	2,24 a	2,39 b	1,59 a	1,31 a	1,46 a
C 505	2,34 a	2,09 a	2,22 d	1,31 c	1,12 b	1,22 c
UFLA 2004	2,31 a	2,11 a	2,21 d	1,23 d	1,05 c	1,14 d
TORK	2,13 a	1,87 a	2,00 f	1,20 d	0,97 c	1,08 e
D 657	2,20 a	1,98 a	2,09 e	1,28 c	1,06 c	1,17 d
AG 5011	1,98 a	1,91 a	1,94 f	1,09 e	1,03 c	1,06 e
P 3041	2,33 a	2,04 a	2,19 d	1,26 d	1,01 c	1,14 d
C 435	2,43 a	2,15 a	2,30 c	1,33 c	1,14 b	1,24 c
AG 4051	2,59 a	2,38 a	2,49 a	1,50 b	1,24 a	1,38 b
<b>Média</b>	<b>2,31 A</b>	<b>2,08 B</b>	<b>2,20</b>	<b>1,31 A</b>	<b>1,10 B</b>	<b>1,21</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Apesar da existência da interação época de semeadura x época de corte, foi observado para as duas épocas de semeadura, que as épocas de corte não influenciaram na altura da planta e na altura de inserção das espigas. Porém, independente da época de realização do corte das plantas, as cultivares semeadas em novembro apresentaram altura de planta e de espiga superior àquelas semeadas em dezembro.(Tabela 11).

#### 4.1.3 Produção de matéria verde, matéria seca, porcentagem de espigas na matéria seca e porcentagem da fração colmo+folhas na matéria seca

A produtividade de matéria verde variou de 30.055 kg/ha para a cultivar C 505 a 40.508 kg/ha (AG 1051), com média geral de 34.944 kg/ha. As cultivares AG 1051 e AG 4051 produziram, em média, 6.788 kg de matéria verde por hectare a mais que a média das demais cultivares (Tabela 12). A

variação observada entre as cultivares evidencia a existência de variabilidade genética para esta característica. Resultados semelhantes foram encontrados por Monteiro (1998), que observou valores de produtividade de matéria verde variando de 30.000 a 50.000 kg/ha e também por Fonseca (2000), que obteve valores entre 27.000 a 70.000 kg/ha, com média de 51.800 kg/ha.

**TABELA 11** Valores médios para a altura de planta (AP) e altura de espiga (AE), considerando as duas épocas de semeadura e as duas épocas de corte das plantas. UFLA, Lavras-MG, 2001.<sup>1</sup>

Corte	Semeadura			
	Nov.	Dez.	Nov.	Dez.
	AP (m)		AE (m)	
Meia linha de leite	2,33 a A	2,06 a B	1,32 a A	1,09 a B
Maturidade fisiológica	2,30 a A	2,11 a B	1,30 a A	1,12 a B

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

**TABELA 12** Valores médios para a produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), porcentagem de espiga na matéria seca (% EMS) e porcentagem de colmo + folhas na matéria seca (% CMS) de nove cultivares de milho, considerando as duas épocas de semeadura e as duas épocas de corte das plantas. UFLA, Lavras-MG, 2001.<sup>1</sup>

Cultivares	PMV (kg/ha)	PMS (kg/ha)	% EMS	%CMS
AG 1051	40508 a	18450 a	67,19 b	32,80 a
C 505	30055 d	16002 b	68,71 a	31,28 b
UFLA 2004	35891 b	15729 b	67,95 a	32,04 b
TORK	33984 c	16236 b	68,75 a	31,24 b
D 657	30148 d	16102 b	67,84 a	32,15 b
AG 5011	31977 d	15559 b	68,19 a	31,80 b
P 3041	34734 c	15632 b	69,19 a	30,80 b
C 435	37258 b	17796 a	68,79 a	31,20 b
AG 4051	39937 a	17534 a	66,18 b	33,81 a
Médias	34944	16560	68,09	31,90

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Para a produtividade de matéria seca, foi verificada uma variação de 15.559 kg de matéria seca por hectare para a cultivar AG 5011 a 18.450 kg/ha para a cultivar AG 1051. As cultivares AG 1051, C 435 e AG 4051 produziram, na média das duas épocas de semeadura e colheita 2.050 kg/ha de matéria seca a mais que as demais cultivares (Tabela 12). Esses resultados estão de acordo com o que é comumente observado em outros trabalhos, nos quais têm sido constatados valores de produtividade de matéria seca variando de 8.000 a 23.000 kg/ha (Almeida Filho, 1996; Melo et al., 1999a; Melo et al., 1999b; Fonseca, 2000).

Para a participação da espiga na matéria seca, observa-se uma variação de 66,18% (AG 4051) a 69,19% (P 3041). Esses resultados são considerados altos se levarmos em consideração que de uma maneira geral, no Brasil, a variação na participação das espigas na matéria seca está entre 25% a 57% (Prada e Silva, 1997; Monteiro, 1998; Fonseca, 2000). Porém, ao se considerar que a elevada participação da espiga na matéria seca é uma importante característica para a obtenção de silagem de boa qualidade, esses resultados foram altamente satisfatórios.

A participação da fração colmo + folhas na matéria seca foi pequena, com variação de 30,80% (P 3041) a 33,81% (AG 4051). É importante salientar que quanto menor a participação da fração colmo + folhas na matéria seca total, maior será a participação da espiga na matéria seca, o que poderá proporcionar uma melhor qualidade de silagem.

Na Tabela 13, observa-se que a produtividade de matéria verde e de matéria seca foi influenciada pela época de semeadura e época de corte. A produção de matéria verde foi maior na semeadura realizada em novembro e na época de corte quando a linha de leite apresentava-se na metade do grão. A produtividade de matéria seca foi superior no corte realizado com os grãos na maturidade fisiológica e com a semeadura realizada em novembro.

**TABELA 13** Valores médios para a produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS), considerando as duas épocas de semeadura e as duas épocas de corte das plantas. UFLA, Lavras-MG, 2001.<sup>1</sup>

Corte	Semeadura					
	Nov.	Dez.	Média	Nov.	Dez.	Média
	PMV (kg/ha)			PMS (kg/ha)		
Meia linha de leite	46687 a A	30788 a B	38738 a	16951 A b	14346 B b	15648 b
Maturidade fisiológica	35663 b A	26635 b B	31149 b	19362 A a	15582 B a	17472 a
Média	41175 A	28712 B		18156 A	14964 B	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Com relação à época de semeadura, os resultados obtidos estão de acordo com os relatados por Keplin e Santos (1996). Estes autores também verificaram uma redução na produção de matéria seca e de matéria verde em decorrência de uma semeadura mais tardia.

Para a interação época de semeadura x época de corte, observou-se, para as duas épocas de semeadura, que as épocas de corte influenciaram significativamente a produtividade de matéria verde e de matéria seca por hectare. Para a produção de matéria verde, o corte realizado com os grãos na meia linha de leite proporcionou rendimentos mais elevados em relação aos observados na maturidade fisiológica para as duas épocas de semeadura (Tabela 13). O mesmo não se verificou no caso do rendimento de matéria seca, que apresentou valores mais elevados com o corte realizado na maturidade fisiológica. Esses resultados podem ser devido ao teor de umidade na planta por ocasião dos cortes, sendo esse valor maior com o corte realizado com os grãos na meia linha de leite. Verificou-se também que a produtividade de matéria verde e de matéria seca foi maior para a semeadura realizada em novembro. Isso se deve principalmente à ocorrência de condições climáticas mais favoráveis para a semeadura realizada em novembro do que na semeadura realizada em

dezembro, principalmente com relação à distribuição de chuva e à variação de temperatura (Figura 1).

Vale ressaltar que na região Sul de Minas Gerais vários agricultores têm postergado a semeadura até janeiro, principalmente para a produção de silagem. Este fator tem acarretado efeito pronunciado no crescimento e desenvolvimento da planta, refletindo na redução da produtividade e qualidade da forragem.

Considerando que houve uma redução significativa na produtividade de matéria verde com o atraso da semeadura, ou seja, em torno de 16 toneladas por hectare, quando o corte foi realizado com os grãos na meia linha de leite. Pode-se afirmar, do ponto de vista econômico, que, ao se considerar o preço de comercialização da silagem em torno de 30 dólares por tonelada, ocorrerá uma perda de cerca de 480 dólares por hectare. Mesmo com o corte realizado quando os grãos atingiram a maturidade fisiológica, o atraso da semeadura significou uma redução em torno de 9 toneladas de matéria verde por hectare, acarretando em uma perda de cerca de 270 dólares por hectare.

É importante enfatizar ainda que os custos para a produção de silagem são os mesmos em ambas as épocas de semeadura. Desse modo, a relação custo-benefício para a produção de silagem pode ser reduzida adotando-se estratégias de manejo adequadas, como, por exemplo, a semeadura na época recomendada para a região.

Na Tabela 14, observa-se que a porcentagem de espigas e da fração colmo + folhas na matéria seca foram influenciadas pela época de semeadura e de corte das plantas. A participação da espiga na matéria seca foi superior no corte realizado com os grãos na maturidade fisiológica e com a semeadura realizada em novembro. Já a participação da fração colmo + folhas foi maior na semeadura realizada em dezembro e com o corte realizado com os grãos na meia linha de leite. Keplin e Santos (1996) também verificaram, com o atraso na época de semeadura, uma redução na porcentagem de espigas e um aumento na

contribuição do colmo na matéria seca, o que são coincidentes com os resultados obtidos neste trabalho.

Com relação à interação época de corte x cultivar, foi observado, para a produção de matéria verde, que as cultivares C 505, UFLA 2004, D 657, P 3041 e C 435 apresentaram comportamento muito discrepante nas duas épocas de corte. Já para a produção de matéria seca, somente as cultivares C 435 e AG 4051 tiveram desempenho contrastante nas duas épocas de corte (Tabela 15). Para a participação da espiga e da fração colmo + folhas na matéria seca, verifica-se que as cultivares AG 1051, P 3041, C 435 e AG 4051 apresentaram desempenho relativo semelhante nas duas épocas de corte. As cultivares C 435 e P 3041 foram as de melhor desempenho nas duas épocas de corte, para a participação da espiga na matéria seca total.

**TABELA 14** Valores médios para a porcentagem de espiga na matéria seca (% EMS) e porcentagem de colmo + folhas na matéria seca (% CMS), em relação à época de semeadura e época de corte das plantas. UFLA, Lavras-MG, 2001.<sup>1</sup>

	% EMS	%CMS
<b>Semeadura: Novembro</b>	68,97 a	31,02 b
<b>Dezembro</b>	67,21 b	32,78 a
<b>Corte: Meia linha de leite</b>	67,66 b	32,33 a
<b>Maturidade fisiológica</b>	68,51 a	31,48 b

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

**TABELA 15** Valores médios para a produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), porcentagem de espiga na matéria seca (% EMS) e porcentagem de colmo + folhas na matéria seca (% CMS) de nove cultivares de milho avaliadas em duas épocas de corte das plantas. UFLA, Lavras-MG, 2001.<sup>1</sup>

Cultivares	Corte							
	Meia linha de leite	Maturidade fisiológica						
	PMV (kg/ha)		PMS (kg/ha)		% EMS		% CMS	
AG 1051	42641 a	38375 a	16172 a	20727 a	66,99 b	67,40 b	33,01 a	32,60 a
C 505	34297 b	25812 c	15445 b	16559 b	67,87 b	69,56 a	32,13 a	30,44 b
UFLA 2004	35781 b	36000 a	14049 b	17409 b	67,49 b	68,42 a	32,51 a	31,58 b
TORK	38328 b	29641 b	15728 b	16744 b	67,42 b	70,09 a	32,58 a	29,91 b
D 657	35219 b	25078 c	15561 b	16644 b	66,66 b	69,02 a	33,34 a	30,98 b
AG 5011	35766 b	28187 b	14702 b	16415 b	69,30 a	67,09 b	30,70 b	32,91 a
P 3041	39672 a	29797 b	14856 b	16408 b	69,94 a	68,45 a	30,06 b	31,55 b
C 435	42500 a	32016 b	17219 a	18373 b	68,26 a	69,34 a	31,74 b	30,66 b
AG 4051	44437 a	35437 a	17101 a	17968 b	65,07 b	67,30 b	34,93 a	32,70 a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Para a interação época de semeadura x época de corte x cultivar, verificam-se diferenças no desempenho das cultivares quanto à produção de matéria verde e matéria seca, quando foram utilizados os diferentes tipos de corte, dentro de cada época de semeadura (Tabela 16). Constatou-se que as cultivares AG 1051, TORK, AG 5011 e AG 4051 foram as que tiveram comportamento relativo semelhante na produção de matéria verde quando semeadas em novembro e nos dois tipos de corte utilizados.

Na semeadura realizada em dezembro, observa-se, para a produção de matéria verde, que a maioria das cultivares apresentou comportamento relativo semelhante nas duas épocas de corte. Quanto à produção de matéria seca, todas as cultivares tiveram desempenho contrastante nas duas épocas de corte, na semeadura realizada em novembro. Porém, já na semeadura realizada em dezembro, somente as cultivares AG 1051, AG 5011, C 435 e AG 4051 apresentaram desempenho relativo semelhante nas duas épocas de corte (Tabela 16).

De maneira geral, as cultivares que se destacaram com alta produtividade de matéria verde e de matéria seca na primeira época de semeadura também o fizeram na outra, independentemente da época de corte das plantas. Isto evidencia que, apesar da significância da interação tripla, essa foi de pequena magnitude. Resultados semelhantes foram obtidos por Vattikonda e Hunter (1983), que observaram comportamento semelhante das cultivares estudadas para essas características, nas diferentes épocas de semeadura consideradas.

**TABELA 16** Valores médios para a produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS) de nove cultivares de milho, avaliadas em duas épocas de semeadura e em duas épocas de corte das plantas. UFLA, Lavras-MG, 2001.<sup>1</sup>

Cultivares	Semeadura							
	Novembro				Dezembro			
	Corte		Corte		Corte		Corte	
	Meia linha de leite	Maturidade fisiológica						
	PMV (kg/ha)		PMS (kg/ha)		PMV (kg/ha)		PMS (kg/ha)	
AG 1051	49687 a	44687 a	16855 b	23419 a	35594 a	32062 a	15489 a	18036 a
C 505	40156 b	28312 c	15878 b	18620 c	28437 b	23312 b	15011 a	14498 b
UFLA 2004	43875 b	41594 a	15679 b	18222 c	27687 b	30406 a	12419 b	16596 a
TORK	45375 b	36094 b	16458 b	19738 c	31281 b	23187 b	14999 a	13750 b
D 657	42937 b	28937 c	15481 b	18921 c	27500 b	21219 b	15640 a	14368 b
AG 5011	41156 b	31844 b	16071 b	17719 c	30375 b	24531 b	13333 b	15111 b
P 3041	52187 a	32562 b	17990 a	17163 c	27156 b	27031 b	11722 b	15652 a
C 435	51156 a	37750 b	19326 a	20726 b	33844 a	26281 b	15112 a	16020 a
AG 4051	53656 a	39187 a	18816 a	19728 c	35219 a	31687 a	15385 a	16207 a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

## 4.2 Características bromatológicas

### 4.2.1 Porcentagem de FDN e FDA

A porcentagem de FDN variou de 41,70% (P 3041) a 46,80% (D 657). As cultivares D 657 e UFLA 2004 apresentaram, na média das duas épocas de semeadura e colheita, 3,22% a mais de FDN que as demais cultivares (Tabela 17).

Uma característica importante para se avaliar a qualidade da silagem é a porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN), a qual determina a quantidade de fibra, correspondendo às frações de lignina, celulose e hemicelulose presentes na silagem. O valor de FDN deve ser o menor possível para que a silagem de milho seja considerada de qualidade. Os níveis de FDN são muito variáveis, sendo considerados bons valores abaixo de 50% (Fancelli e Dourado Neto, 2000).

**TABELA 17** Valores médios para a porcentagem de fibra em detergente neutro (% FDN) e porcentagem de fibra em detergente ácido (% FDA) de nove cultivares de milho, considerando as duas épocas de semeadura e as duas épocas de corte das plantas. UFLA, Lavras-MG, 2001.<sup>1</sup>

Cultivares	% FDN	% FDA
AG 1051	43,46 b	24,79 a
C 505	43,49 b	25,80 a
UFLA 2004	45,77 a	27,49 a
TORK	43,75 b	24,85 a
D 657	46,80 a	25,81 a
AG 5011	42,86 b	24,48 a
P 3041	41,70 b	25,79 a
C 435	42,90 b	25,38 a
AG 4051	43,22 b	25,15 a
<b>Média Geral</b>	<b>43,77</b>	<b>25,50</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Na região, de maneira geral, os valores de FDN foram semelhantes aos comumente relatados em pesquisas, cuja variação normalmente observada encontra-se entre 40% a 70 % (Prada e Silva, 1997; Melo et al., 1999a; Melo et al., 1999b; Fonseca, 2000). Porém, ocorreu uma pequena variação entre as cultivares para essa característica.

Quando se comparam esses valores com os obtidos nos Estados Unidos, que normalmente são inferiores a 45% (Allen et al., 1991), verifica-se que foram semelhantes. O baixo valor observado para a porcentagem de FDN possivelmente foi devido à maior participação da espiga na matéria seca (Tabela 12) e, conseqüentemente, à baixa participação do colmo e de folhas na matéria seca, possibilitando assim uma redução na porcentagem de fibra na silagem.

A porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA) apresentou variação de 24,48% (AG 5011) a 27,49% (UFLA 2004), não sendo constatada diferença significativa entre as cultivares para essa característica (Tabela 17). De maneira geral, os valores obtidos para a porcentagem de FDA foram semelhantes aos obtidos por Allen et al. (1991), Wolf et al. (1993b) e Ferret et al. (1997), que obtiveram variação de 16% a 32%, com a maioria das cultivares apresentando valores inferiores a 25%. Por outro lado, os resultados obtidos para o teor de FDA foram inferiores aos encontrados por Almeida Filho (1996) e Fonseca (2000) que constataram variação de 26% a 32%. Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000), o nível considerado ideal de FDA na silagem de milho está em torno de 30%, o que coloca todas as cultivares testadas dentro de padrões aceitáveis, levando em conta que na média geral, o valor observado foi de 25,50%.

A maioria das cultivares brasileiras apresenta elevada concentração de FDA, quando comparadas com as cultivares americanas (Allen et al., 1991). Isso provavelmente ocorre devido à maior participação de colmo + folhas na silagem ou à predominância em áreas tropicais, de condições climáticas desfavoráveis ao

crescimento do milho, como estresse hídrico e ocorrência de baixas temperaturas. Os baixos valores encontrados para a porcentagem de FDA na média das duas épocas de semeadura e das duas épocas de corte para todas as cultivares provavelmente ocorreram devido à alta participação dos grãos na matéria seca total da planta. Vale ressaltar que na escolha de uma cultivar para a produção de silagem, deve-se dar prioridade àquelas que possuem menor porcentagem de FDA.

De acordo com a Tabela 18, verifica-se que a porcentagem de FDN não foi influenciada pela época de semeadura, visto que não houve diferença significativa entre as duas épocas de semeadura. Por outro lado, observou-se que o teor de FDN foi influenciado pela época de corte, sendo que as cultivares apresentaram maior porcentagem no corte realizado com os grãos na maturidade fisiológica. Contudo, essa não é a situação ideal para obtenção de silagem de boa qualidade, pois, além de maior quantidade total de fibra no volumoso, há uma redução na degradabilidade da matéria seca.

**TABELA 18** Valores médios para a porcentagem de fibra em detergente neutro (% FDN) e porcentagem de fibra em detergente ácido (%FDA), considerando as duas épocas de semeadura e as duas épocas de corte das plantas. UFLA, Lavras-MG, 2001.<sup>1</sup>

	Semeadura					
	Nov.	Dez.	Média	Nov.	Dez.	Média
<b>Corte</b>	% FDN			% FDA		
Meia linha de leite	40,53 b B	43,23 b A	41,88 b	24,00 a A	23,92 b A	23,96 b
Maturidade fisiológica	46,29 a A	45,04 a A	45,66 a	25,39 a B	28,71 a A	27,05 a
<b>Média</b>	43,41 A	44,14 A	43,77	24,69 B	26,32 A	25,50

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Deve-se ressaltar que muitos agricultores da região sul de Minas Gerais ensilam o milho muito tarde, o que não é recomendável. Isto porque, além dos problemas já mencionados anteriormente, a forragem normalmente apresenta porcentagem de matéria seca acima de 50%, o que acarreta maiores perdas durante o corte, além de dificultar a compactação e a eliminação da massa de ar do silo.

Com relação à porcentagem de FDA, verificou-se que ela foi influenciada pela época de semeadura e pela época de corte. Os valores foram maiores na semeadura realizada em dezembro e na época de corte realizada com os grãos na maturidade fisiológica (Tabela 18).

Esses resultados indicam a semeadura realizada em novembro, com o corte das plantas quando a linha de leite se apresenta na metade do grão, como sendo ideal para a obtenção de silagem de melhor qualidade. Isto ocorre pois há um menor teor de fibra e, conseqüentemente, há um aumento na degradabilidade da silagem. Trabalhos conduzidos por Wiersma et al. (1993) e Sulc et al. (1996) também indicam o corte das plantas com os grãos na meia linha de leite como sendo o ideal para se obter uma silagem de boa qualidade. Segundo esses autores, o estágio de meia linha de leite do grão e o teor de matéria seca na planta inteira se correlacionaram positivamente, além de um menor teor de fibra presente na silagem.

Quanto à interação época de semeadura x época de corte, foi observado, para as duas épocas de semeadura, que as épocas de corte influenciaram significativamente a porcentagem de FDN. O corte realizado com os grãos na meia linha de leite para as duas épocas de semeadura apresentou menores valores de FDN do que o realizado com os grãos na maturidade fisiológica (Tabela 18). Verificou-se também que apenas para o corte realizado com os grãos na meia linha de leite houve influência significativa das épocas de semeadura. Para a semeadura em novembro, os valores de FDN foram inferiores

quando comparados com os obtidos com a semeadura em dezembro. Para o corte realizado com os grãos na maturidade fisiológica não houve diferença significativa entre as duas épocas de semeadura.

Com relação à porcentagem de FDA, observa-se que apenas para a semeadura de dezembro houve diferença significativa entre as duas épocas de corte. As plantas cortadas com os grãos na meia linha de leite apresentaram valores inferiores aos daquelas cortadas com os grãos na maturidade fisiológica. Verificou-se também que apenas para o corte realizado com os grãos na maturidade fisiológica houve diferença significativa nas duas épocas de semeadura. As cultivares semeadas em novembro apresentaram valores de FDA inferiores quando foram semeadas em dezembro.

#### **4.2.2 Porcentagem de proteína bruta**

Constatou-se, para a porcentagem de proteína bruta, uma amplitude de 6,84% para a cultivar AG 4051 a 7,42% (TORK e UFLA 2004), com média geral de 7,17% (Tabela 19). Os valores foram superiores aos relatados por Vilela (1983), que obteve variação para essa característica entre 4% a 7%.

De maneira geral, as cultivares brasileiras apresentam menor porcentagem de proteína quando comparadas com as cultivares americanas e européias, que normalmente possuem porcentagem de proteína superior a 7,7% (Ferret et al., 1997). Esse fato evidencia a necessidade de uma maior suplementação com concentrados protéicos adicionados à forragem (Barrière et al., 1997).

Foi verificado que a porcentagem de proteína bruta foi influenciada significativamente pela época de semeadura. As cultivares apresentaram valores mais elevados na semeadura realizada em novembro. As diferentes épocas de corte não influenciaram a porcentagem de proteína bruta (Tabela 19).

**TABELA 19** Valores médios para a porcentagem de proteína bruta (% PB) de nove cultivares de milho avaliadas em duas épocas de semeadura e em duas épocas de corte das plantas. UFLA, Lavras-MG, 2001.<sup>1</sup>

Cultivares	Semeadura				Médias
	Novembro		Dezembro		
	Meia linha de leite	Maturidade fisiológica	Meia linha de leite	Maturidade fisiológica	
AG 1051	7,23 b	7,42 a	6,66 a	6,66 a	6,99 b
C 505	7,81 a	7,03 b	6,84 a	7,21 a	7,22 a
UFLA 2004	7,62 a	8,01 a	7,03 a	7,03 a	7,42 a
TORK	8,01 a	7,62 a	7,21 a	6,84 a	7,42 a
D 657	8,01 a	7,03 b	6,66 a	7,40 a	7,27 a
AG 5011	7,03 b	7,81 a	7,40 a	7,03 a	7,32 a
P 3041	7,62 a	6,84 b	6,84 a	6,47 a	6,94 b
C 435	7,23 b	7,42 a	6,84 a	7,03 a	7,13 b
AG 4051	7,03 b	6,84 b	6,66 a	6,84 a	6,84 b
<b>Médias</b>	7,42 A		6,96 B		7,17

Médias	Corte	
	Meia linha de leite	Maturação fisiológica
	7,21 A	7,14 A

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Para a interação época de semeadura x época de corte x cultivar, verificam-se diferenças no desempenho das cultivares quanto à porcentagem de proteína bruta para as duas épocas de corte dentro de cada época de semeadura (Tabela 19). Para a semeadura realizada em novembro, as cultivares UFLA 2004 e TORK foram as que apresentaram o maior teor de proteína bruta nas duas épocas de corte. Já na semeadura realizada em dezembro, todas as cultivares apresentaram comportamento semelhante nas duas épocas de corte. Porém, de maneira geral, todas as cultivares semeadas em novembro foram superiores, quando comparadas com o experimento de dezembro, nas duas épocas de corte.

### 4.3 Degradabilidade da silagem

Na Tabela 20, constatou-se, para a degradação da matéria seca, uma variação de 58,3% para a cultivar D 657 a 65,4% para a cultivar AG 4051. A cultivar AG 4051 apresentou cerca de 4% a mais de degradabilidade do que as demais cultivares. Esses resultados são semelhantes a alguns encontrados em trabalhos desenvolvidos no Brasil, como os de Penati (1995) e Melo et al. (1999a), que verificaram uma degradabilidade da matéria seca variando de 58% a 76%. A variabilidade observada para essa característica evidencia a potencialidade de melhoria para o valor nutricional da planta.

A maior degradabilidade apresentada pela cultivar AG 4051 provavelmente está associada à alta produtividade de grãos dessa cultivar (Tabela 8). Por outro lado, a baixa porcentagem de degradabilidade apresentada pela cultivar D 657 provavelmente está associada à sua alta porcentagem de FDA e FDN (Tabela 17). Os resultados aqui obtidos diferem dos encontrados em trabalhos desenvolvidos nos EUA e na Espanha, que obtiveram uma alta degradabilidade, com valores acima de 80%. Esses valores foram explicados pela elevada participação da espiga e de grãos na matéria seca, propiciando assim alta degradabilidade das silagens (Allen et al., 1991; Ferret et al., 1997).

A degradabilidade da silagem foi influenciada pela época de semeadura, pela época de corte das plantas e pelo tempo de incubação. A porcentagem de degradação foi maior na semeadura realizada em novembro, na época de corte quando a linha de leite apresentava-se na metade do grão e para o tempo de incubação de 96 horas (Tabelas 20 e 21).

**TABELA 20** Valores médios para a porcentagem da degradabilidade *in situ* (% DEG) de nove cultivares de milho avaliadas em dois tempos de incubação. UFLA, Lavras-MG, 2001.<sup>1</sup>

Cultivares	Tempo		Média
	96 horas	24 horas	
AG 1051	77,22 b	49,62 b	63,42 b
C 505	77,66 b	45,11 d	61,39 d
UFLA 2004	75,11 c	47,37 c	61,24 d
TORK	78,61 a	46,2 d	62,41 c
D 657	76,02 c	40,62 e	58,32 e
AG 5011	76,14 c	48,35 c	62,25 c
P 3041	78,16 a	45,88 d	62,02 c
C 435	75,99 c	46,05 d	61,02 d
AG 4051	79,07 a	51,80 a	65,43 a
Média	77,11 A	46,78 B	61,95

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

**TABELA 21** Valores médios para a porcentagem da degradabilidade *in situ* (% DEG) de nove cultivares de milho avaliadas em duas épocas de semeadura e em duas épocas de corte das plantas. UFLA, Lavras-MG, 2001.<sup>1</sup>

Cultivares	Meia linha de leite		Maturação fisiológica	
	Novembro	Dezembro	Novembro	Dezembro
AG 1051	68,51 a	64,38 a	59,83 b	60,97 b
C 505	64,87 b	62,36 b	58,89 b	59,43 c
UFLA 2004	64,97 b	60,63 c	59,63 b	59,72 c
TORK	65,80 b	62,40 b	60,19 b	61,24 b
D 657	63,41 b	58,76 c	54,49 c	56,60 d
AG 5011	65,52 b	64,85 a	60,02 b	58,59 c
P 3041	67,88 a	61,86 b	57,69 b	60,64 b
C 435	64,80 b	59,75 c	60,59 b	58,94 c
AG 4051	67,20 a	63,46 a	67,86 a	63,22 a
Média	63,97 A		59,92 B	
	Semeadura			
	Novembro		Dezembro	
Média	62,90 A		60,99 B	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Com relação ao tempo de incubação, considerando a média de 46,78% obtida no tempo de 24 horas, esse resultado foi semelhante ao obtido por Amaral (1993). Esse autor encontrou para esse mesmo tempo de incubação uma taxa de degradação em torno de 41% (Tabela 20).

Já com relação à época de corte, esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Flachowsky et al. (1997). Esses autores relataram que a colheita realizada com os grãos na meia linha de leite aumenta a degradabilidade da silagem e, provavelmente, o desempenho dos ruminantes que dela se alimentam. Porém, como já foi mencionado anteriormente, muitos agricultores não realizam o corte com os grãos na meia linha de leite como é recomendado, ou seja, as plantas são cortadas em um estágio mais avançado de maturação. Isto acarreta um aumento no teor de fibra e, conseqüentemente, uma diminuição tanto na degradabilidade da silagem, como na qualidade de fermentação no silo, devido ao aumento excessivo na produção de ácidos voláteis indesejáveis, diminuindo assim, o consumo voluntário por parte do animal (Fancelli e Dourado Neto, 2000).

Para a interação tempo de incubação x cultivar, as cultivares AG 4051, P 3041 e TORK foram as que apresentaram maiores taxas de degradação no tempo de 96 horas. Para o tempo de 24 horas, a cultivar AG 4051 foi a que obteve melhor desempenho em comparação com as outras cultivares (Tabela 20).

Os resultados evidenciam que algumas cultivares apresentaram uma taxa de degradação da silagem mais lenta no tempo de incubação de 24 horas quando comparadas com o tempo de 96 horas. Isto ocorreu, provavelmente, devido a uma menor presença de amido nessas cultivares, visto que o amido é caracterizado como sendo um dos componentes da fração digestível da silagem que é digerido com maior rapidez. Vale ressaltar que a degradação da silagem no tempo de 24 horas é a que mais se correlaciona com a degradabilidade efetiva, que caracteriza a passagem do alimento no trato digestivo do animal. Por outro

lado, as cultivares que foram degradadas mais rapidamente no tempo de 96 horas, além de possivelmente possuírem mais amido, possuem também outros componentes digestíveis, pois o tempo de incubação de 96 horas se correlaciona com a degradabilidade potencial da silagem. Ou seja, toda a parte digestível da silagem é digerida, restando apenas a fração indigestível que é caracterizada pelas fibras.

Com relação à interação época de semeadura x época de corte x cultivar, foram verificadas diferenças no desempenho das cultivares para as épocas de semeadura, dentro de cada época de corte (Tabela 21).

Verificou-se que, para o corte realizado com os grãos na meia linha de leite, as cultivares AG 1051, e AG 4051 apresentaram o melhor desempenho nas duas épocas de semeadura. Já no corte realizado com os grãos na maturidade fisiológica, a cultivar AG 4051 foi a que apresentou a maior degradabilidade, independente da época de semeadura.

Com o desdobramento da interação quádrupla, foi verificado, para a semeadura realizada em novembro e com o corte realizado com os grãos na meia linha de leite, que a maioria das cultivares apresentou desempenho relativo semelhante nos dois tempos de incubação. As cultivares AG 1051, P 3041 e AG 4051 foram as que apresentaram maiores taxas de degradação em ambos os tempos. Porém, ao se verificar o comportamento das cultivares quando semeadas em dezembro e cortadas com os grãos na meia linha de leite, não foram observadas diferenças entre as cultivares no tempo de incubação de 96 horas. Já para o tempo de 24 horas, as cultivares AG 1051, AG 5011 e AG 4051 apresentaram maior degradabilidade que as demais cultivares (Tabela 22).

De maneira geral, apesar da significância dessa interação, para o corte realizado com os grãos na meia linha de leite não foram observadas grandes diferenças no desempenho das cultivares nos diferentes tempos de incubação e nas duas épocas de semeadura. Entretanto, para o corte realizado com os grãos

na maturidade fisiológica, houve diferenças significativas no comportamento das cultivares em cada tempo de incubação e em cada época de semeadura. Observou-se que a cultivar AG 4051 foi a de maior degradabilidade nos dois tempos de incubação e nas duas épocas de semeadura.

As diferenças no comportamento das cultivares evidenciam a possibilidade de se utilizar cultivares com maior degradabilidade para obtenção de silagem de boa qualidade, levando em consideração a época de semeadura e a época de corte das plantas.

**TABELA 22** Valores médios para a porcentagem da degradabilidade *in situ* (% DEG) de nove cultivares de milho, avaliadas em duas épocas de semeadura, em duas épocas de corte das plantas e em dois tempos de incubação. UFLA, Lavras-MG, 2001.<sup>1</sup>

Cultivares	Meia linha de leite				Maturação fisiológica			
	Novembro		Dezembro		Novembro		Dezembro	
	96 horas	24 horas	96 horas	24 horas	96 horas	24 horas	96 horas	24 horas
AG 1051	81,27 a	55,74 a	77,36 a	51,39 a	72,40 c	47,26 b	77,86 a	44,09 b
C 505	79,64 a	50,09 b	78,34 a	46,38 b	75,06 b	42,72 c	77,61 a	41,26 c
UFLA 2004	78,10 b	51,84 b	75,06 a	46,19 b	72,37 c	46,89 b	74,89 b	44,55 b
TORK	79,43 a	52,17 b	78,99 a	45,81 b	75,99 b	44,39 c	80,03 a	42,44 b
D 657	77,72 b	49,10 b	78,45 a	39,08 c	71,91 c	37,08 d	75,99 b	37,21 d
AG 5011	76,74 b	54,30 a	79,12 a	50,59 a	72,87 c	47,16 b	75,83 b	41,35 c
P 3041	81,07 a	54,70 a	79,15 a	44,57 b	74,07 b	41,30 c	78,35 a	42,94 b
C 435	77,88 b	51,72 b	76,58 a	42,92 b	74,85 b	46,32 b	74,66 b	43,22 b
AG 4051	79,29 a	55,10 a	77,32 a	49,59 a	80,26 a	55,46 a	79,38 a	47,05 a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

#### **4.4 Relação entre características agronômicas, bromatológicas e de degradabilidade da silagem**

O conhecimento da relação existente entre as características agronômicas, bromatológicas e nutricionais da forragem é importante, pois, poderá auxiliar na seleção de materiais para a produção de forragem. Características altamente correlacionadas permitem a seleção baseada na característica de mais fácil avaliação, permitindo um ganho semelhante na outra característica. Nesse caso, isto é importante, pois na avaliação do valor nutricional da forragem estão envolvidas análises bromatológicas que, além de trabalhosas, podem ser de custo relativamente alto.

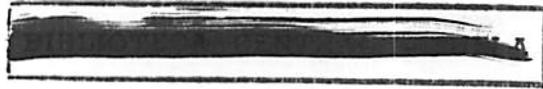
Para a realização dessas correlações, foi utilizada a média de todos os dados agronômicos, bromatológicos e de degradabilidade da silagem obtidos nas duas épocas de semeadura, nas duas épocas de corte das plantas e nos dois tempos de incubação das amostras.

Foi verificada correlação positiva e significativa a 1% entre a produtividade de matéria seca e a produtividade de matéria verde e com a altura da planta e com a altura da espiga (Tabela 23). Isso evidencia que cultivares com alta produtividade de matéria seca tendem a apresentar alta produtividade de matéria verde, além de maior altura das plantas e maior altura da espiga. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (1999) e Fonseca (2000). Por outro lado, Melo et al. (1999b) não encontraram correlação significativa entre estas características, talvez devido à pequena variabilidade para essas características nas cultivares avaliadas.

**TABELA 23** Correlação simples envolvendo a porcentagem de proteína bruta (PB), porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN), porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA), produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), rendimento de grãos (RG), altura de planta (AP), altura de espiga (AE) e porcentagem de degradabilidade *in situ* (DEG), considerando as nove cultivares de milho avaliadas nas duas épocas de semeadura, nas duas épocas de corte das plantas e nos dois tempos de incubação das amostras. UFLA, Lavras-MG, 2001.

	FDN	FDA	PMV	PMS	RG	AP	AE	DEG
PB	-0,14 *	-0,14 *	0,26 ***	0,07 NS	0,03 NS	0,08 NS	0,14 NS	0,09 NS
FDN		0,13 NS	-0,31 ***	0,13 NS	0,03 NS	-0,14 NS	-0,12 NS	-0,46 ***
FDA			-0,21 **	-0,11 NS	-0,13 NS	-0,13 NS	-0,16 *	-0,02 NS
PMV				0,43 ***	0,63 ***	0,67 ***	0,57 ***	0,57 ***
PMS					0,51 ***	0,52 ***	0,59 ***	0,18 **
RG						0,57 ***	0,57 ***	0,32 ***
AP							0,91 ***	0,34 ***
AE								

\* : significativo a 10% pelo teste de T  
 \*\* : significativo a 5% pelo teste de T  
 \*\*\* : significativo a 1% pelo teste de T  
 N.S.: não significativo



A produtividade de matéria seca se mostrou negativamente correlacionada com o teor de FDA (Tabela 23). Resultados semelhantes foram obtidos por Prada e Silva (1997). Já Fonseca (2000) não encontrou correlação significativa entre a porcentagem de FDA e a produtividade de matéria seca. Para a porcentagem de FDN, houve correlação negativa e altamente significativa com a produtividade de matéria verde, evidenciando que as cultivares com maior rendimento de matéria verde apresentaram baixas porcentagens de FDN. Porém, Fonseca (2000) não verificou correlação significativa entre estas características. Entretanto, deve-se ressaltar que é difícil discutir a implicação deste fato, visto que a água presente na matéria verde da planta pode interferir nos resultados dessas correlações.

A altura da planta e da espiga não apresentou correlação significativa com a porcentagem de FDN e FDA (Tabela 23). É possível que tal fato tenha ocorrido devido à pequena variação observada para estas características entre as cultivares avaliadas. Resultados semelhantes foram obtidos por Penati (1995) e Melo et al. (1999b). Já Fonseca (2000) encontrou correlação positiva entre estas características, evidenciando que plantas com maior altura tendem a apresentar maior porcentagem de FDN e FDA, o que é prejudicial sob o ponto de vista nutricional.

A altura da planta e da espiga apresentou também correlação positiva com a porcentagem de degradabilidade, indicando que, de maneira geral, plantas altas tendem a apresentar maiores porcentagens de degradabilidade da matéria seca. Estes resultados não estão de acordo com os obtidos por Fonseca (2000), em que estas duas características apresentaram-se correlacionadas negativamente. Porém, este fato pode ser explicado pela correlação positiva entre a altura da planta e a produtividade de grãos. Assim, de modo geral, as plantas mais altas apresentaram maiores produtividades de grãos. É importante ressaltar, ainda, que ocorreu correlação positiva entre a produtividade de grãos e

a degradabilidade, indicando que as cultivares mais produtivas apresentaram maiores porcentagens de degradabilidade (Tabela 23).

Foi encontrada correlação positiva ( $r = 0,51$ ,  $P < 0,01$ ) entre a produtividade de matéria seca e a produtividade de grãos. Assim, a maioria das cultivares com alto rendimento de matéria seca também apresentaram alta produtividade de grãos. Ao avaliar características agrônômicas e bromatológicas das plantas de milho, Allen et al. (1991), Penati (1995) e Fonseca (2000) obtiveram correlação acima de 0,50 entre essas características. Deste modo, fica caracterizada a importância da produtividade de grãos como um dos componentes da planta, responsável pelo maior rendimento de matéria seca.

A altura de inserção da espiga apresentou correlação alta e positiva com a altura de plantas, indicando que as cultivares que apresentaram porte maior apresentaram também maior altura de inserção da espiga (Tabela 23). Esse fato explica a correlação positiva entre a altura de inserção da espiga e a produtividade de grãos e explica também a correlação positiva entre a altura de inserção da espiga e a porcentagem de degradabilidade.

Foram encontradas correlações positivas e altamente significativas entre a produtividade de matéria verde com a produtividade de grãos, com a degradabilidade da matéria seca e, principalmente, com a altura de plantas e de inserção de espiga (Tabela 23). Isso indica que as cultivares com alta produtividade de matéria verde geralmente apresentam alta produtividade de grãos, além de apresentarem uma maior altura das plantas, maior altura de inserção de espiga e maior porcentagem de degradabilidade de matéria seca.

A porcentagem de proteína bruta apresentou-se correlacionada negativamente com a porcentagem de FDN e com a porcentagem de FDA, demonstrando que as cultivares com elevada porcentagem de proteína, de modo geral, apresentaram baixa porcentagem de FDN e FDA (Tabela 23). Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (1999) e Fonseca (2000). Por outro

lado, Wolf et al. (1993b) e Melo et al. (1999b) não observaram correlação significativa entre essas características.

A porcentagem de proteína bruta também se apresentou correlacionada positivamente com a produtividade de matéria verde (Tabela 23), demonstrando que as cultivares com elevada produtividade de matéria verde geralmente apresentam maior produtividade de proteína bruta. Esse fato provavelmente está relacionado com uma maior quantidade de folhas, o que implica em um maior teor de proteína bruta na planta. Porém, Fonseca (2000) não verificou correlação significativa entre essas características.

Foi encontrada correlação negativa e altamente significativa entre a porcentagem de degradabilidade da matéria seca com a porcentagem de FDN. Desse modo, cultivares que apresentaram alta degradabilidade normalmente possuem baixa porcentagem de FDN, pois tais frações representam a parte não digestível da forragem, afetando drasticamente a degradabilidade da forragem. Exemplo disso pode ser observado na cultivar AG 4051, que apresentou alta degradabilidade e baixo teor de FDN. Resultados semelhantes foram encontrados por Wolf et al. (1993b), Penati (1995) e Fonseca (2000), que também obtiveram correlações negativas entre a degradabilidade da matéria seca e a porcentagem de FDN.

## 5 CONCLUSÕES

Existe variabilidade para a maioria das características avaliadas, evidenciando a importância da escolha adequada das cultivares para a produção de silagem.

De modo geral, dentre os materiais avaliados, as cultivares AG 1051 e AG 4051 são as mais indicadas para a produção de silagem na região sul de Minas Gerais.

A maioria das características avaliadas é influenciada pela época de semeadura e pela época de corte das plantas. A semeadura realizada em novembro e o corte realizado quando a linha de leite apresenta-se na metade do grão, são os ideais para a obtenção de silagem de boa qualidade.

A presença da interação cultivares x épocas de semeadura e cultivares x épocas de corte para a maioria das características avaliadas evidencia a importância da escolha adequada das cultivares em função da época de semeadura e de corte das plantas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRECHT, B.; DUDLEY, J.W. Divergent selection for stalk quality and grain yield in an adapted x exotic maize population cross. **Crop Science**, Madison, v.27, n.3, p. 487-494, May/June 1987.
- ALESSI, J.; POWER, J.F. Effects of plant populations, row spacing, and relative maturity of dryland corn in the Northern Plains Corn forage and grain yield. **Agronomy Journal**, Madison, v.66, n.2, p.316-319, Mar./Apr., 1974.
- ALLEN, M.S. All corn silage is not created equal. **Hord's Dairyman**, Fort Atkinson, 1990, p.766.
- ALLEN, M.S.; O'NEIL, K.A.; MAIN, D.G.; BECK, J.F. Relationships among yield and quality traits of corn hybrids for silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, p.221, 1991. (Supplement 1).
- AMARAL, A.P.F.do. Avaliação de dois cultivares de milho para silagem, desempenho de bovinos em confinamento e degradabilidade ruminal. Jaboticabal: UNESP, 1993. 56p. (Tese de Mestrado).
- ALMEIDA FILHO, S.L. Avaliação de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. Viçosa: UFV, 1996. 52p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. A.A.C.C. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 7.ed. St. Paul, 1976. 256 p.
- ARGILLIER, O.; BARRIÈRE, Y. Genotypic variation for digestibility and composition traits of forage maize and their changes during the growing season. **Maydica**, Bergamo, v.41, n.4, p.279-285, 1996.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. A.O.A.C. Official Methods of Analyses of the Association of Official Analytical Chemists. 11.ed. Washington, 1970. v.1, 1015p.
- AVELAR, F.M.; CARVALHO, S.P.; RIBEIRO, P.H.E.; RAMALHO, M.A.P. Interação cultivares de milho x época de semeadura para a produção de grãos e silagem. **Brazilian Journal of Genetics**, Caxambu, MG, v.19, n.3, p.218, set. 1996.

- BARRIÈRE, Y.; ARGILLIER, O.; MICHALET-DOREAU, B.; HÉBERT, Y.; GUINGO, E.; GIAUFFRET, C.; ÉMILE, J.C. Relevant traits, genetic variation and breeding strategies in early silage maize. *Agronomie*, Paris, v.7, n.5, p.395-411, Oct. 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Normas Climatológicas 1961-1900. Brasília: MARA, 1992. 84p.
- BROWN, R.H.; BEATY, E.R.; ETHREDGE, W.J.; HAYES, D.D. Influence of row width and plant population on yield of two varieties of corn (*Zea mays* L.). *Agronomy Journal*, Madison, v.62, n.6, p.767-770, Nov./Dec. 1970.
- BUENDGEN, M.R.; COORS, J.G.; GROMBACHER, A.W.; RUSSELL, W.A. European corn borer resistance and cell wall composition of three maize populations. *Crop Science*, Madison, v.30, n.3, p.505-510, May/June 1990.
- CALESTINE, G.A.; PEREIRA, M.N.; VON PINHO, R.G; FONSECA, A. H. Milho macio foi mais degradado no rúmen que milho duro. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife. Anais... Recife: Trace Disc, 1998. (CD-Rom).
- CARTER, P.R.; COORS, J.G.; UNDERSANDER, D.S.; ALBRECHT, K. A.; SHAVER, R.D. Corn hybrids for silage: na update. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 46., 1991, Washington. Proceedings... Washington, 1991. p.141-164.
- CASLER, M.D.; VOGEL, K.P. Accomplishments and impact from breeding for increased forage nutritional value. *Crop Science*, Madison, v.39, n.1, p.12-20, Jan./Feb. 1999.
- CHANG, J.H. Corn yield in relation to photoperiod, night temperature, and solar radiation. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, v.24, p.253-262, 1981.
- CHOI, K.J.; LEE, H.S.; CHIN, M.S.; PARK, K.Y.; CHA, S.W.; PARK, S.E. Stay-green characteristics and characters related to stay-green in inbred lines. *Maize Genetics Cooperation*, Newsletter, n.69, p.122, 1995.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de; FILHO, A.F.C.B. Nutrição e adubação do milho forrageiro. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas. MG). *Milho para silagem: tecnologias, sistemas e custo de produção*. Sete Lagoas, 1991. p.29-44. (EMBRAPA. CNPMS, Circular Técnica, 14).

- COORS, J.G.; CARTER, P.R.; HUNTER, R.B. Silage corn. In: A.R. HALLAUER (ed.). *Specialty Corns*. Ames: CRC Press, 1994. cap. 11, p.305-340.
- COX, W.J.; CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R.; PARDEE, W.D. Forage quality and harvest index of corn hybrids under different growing conditions. *Agronomy Journal*, Madison, v.86, n.2, p.277-282, Mar./Apr. 1994.
- DACCORD, R.; ARRIGO, Y.; VOGEL, R. Nutritive value of maize silage. *Revue Suisse d' Agriculture*, Nyon, v.28, n.1, p.17-21, 1996.
- DEINUM, B. Genetic and environmental variation in quality of forage maize in Europe. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.36, p.400-403, 1988.
- DEINUM, B.; BAKKER, J.J. Genetic differences in digestibility of forage hibrids. Netherlands. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.29, n.2, p.93-98, 1981.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). *Relatório: Ensaio Nacional de Milho Precoce, resultados do ano agrícola 1994/95*. Sete Lagoas: CNPMS, 1994. n.p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. (Brasília, DF.). *Recomendações técnicas para o cultivo do milho*. 2.ed. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1996. 204p.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. *Produção de milho*. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- FAIREY, N.A. Hybrid maturity and the relative importance of grain and stover for the assessment of the forage potential of maize genotypes grown in marginal and non-marginal environments. *Canadian Journal of Plant Science*, Quebec, v.60, n.2, p.539-545, Apr. 1980.
- FAIREY, N.A. Influence of population density and hybrid maturity on productivity and quality of forage maize. *Canadian Journal of Plant Science*, Quebec, v.62, n.2, p.427-434, Apr. 1982.

- FERREIRA, D.F. SISVAR: Sistema de análise de variância. Versão 3.04, Lavras: UFLA/DEX, 1999. (1 disquete).
- FERREIRA, J.J. Aspectos importantes para melhor qualidade da silagem de milho e maior eficiência na sua utilização. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas. MG). **Milho para silagem: tecnologias, sistemas e custo de produção**. Sete Lagoas, 1991. p.59-68. (EMBRAPA. CNPMS, Circular Técnica, 14).
- FERREIRA, J.J. Aspectos vegetativos da planta de milho e momento da colheita para ensilagem. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.164, p.47-49, jul. 1990.
- FERRET, A.; GASA, J.; PLAIXATS, J.; CASAÑAS, F.; BOSCH, L.; NUEZ, F. Prediction of voluntary intake and digestibility of maize silages given to sheep from morphological and chemical composition, in vitro digestibility or rumen degradation characteristics. **Animal Science**, Neston, v.64, n.3, p.493-501, June 1997.
- FLACHOWSKY, G.; PEYKER, W.; SCHNEIDER, A.; HENKEL, K. In sacco degradation of maize plant fractions depending on cultivars and vegetative stage. **Kongressband, 1992 Gottingen. Okologischer Aspekte extensiver, Landbewirts Chaftung**, Alemanha, 1992. p.785-788.
- FLACHOWSKY, G.; JAAHREIS, G. Fatty acid intake of men and possibilities to influence the intake by animal nutrition. **Fett-Lipid**, v.99, n.4, p.106-115, Apr. 1997.
- FONSECA, A.H. **Características químicas e agronômicas associadas à degradabilidade da silagem de milho**. Lavras: UFLA, 2000. 93p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- FRIBOURG, H.A.; BRYAN, W.E.; LESSMAN, E.M.; MANNING, D.M. Nutrient uptake by corn and grain sorghum silage as affected by soil type, planting date, and moisture regime. **Agronomy Journal**, Madison, v.68, p.260-263, 1976.
- GANOE, K.H.; ROTH, G.W. Kernel milk line as a harvest indicator for corn silage in Pennsylvania. **Journal of Production Agriculture Pennsylvania**, v.5, n.4, p. 519-523, 1992.

- GOERING, H.K. VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures, and some applications). In: **Agriculture Handbook 379**. United States Department of Agriculture, 1975, 20 p.
- GOMIDE, J.A.; ZAGO, C.P.; CRUZ, M.E.; EVANGELISTA, A.R.; GARCIA, R.; OBEIR, J.A. Milho e sorgo em cultivares puras ou consorciadas com soja, para produção de silagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.16, n.4, p.308-317, jul./ago. 1987.
- GONÇALVES, G.A.; RAMALHO, M.A.P.; RIBEIRO, P.H.E.; MARQUES JÚNIOR, O.G. Seleção de famílias de meio irmãos de milho em três épocas de semeadura visando produção de silagem. **Brazilian Journal of Genetics**, Caxambu, MG, v.19, n.3, p.218, set. 1996.
- GORDON, W.B.; RANEY, R.J.; STONE, L.R. Irrigation management practices for corn production in north central Kansas. **Journal of Soil and Water Conservation**, Iowa, v.50, n.4, p.395-398, 1995.
- HEIN, W. Factors influencing the nutritive value of silage maize. **Bericht-Bundesanstalt für - Alpenländische-Landwirtschaft-Gumpenstein**. Alemanha, n.6-91, p.7-15, 1991.
- HUNTER, R.B. Selection and evaluation procedures for whole-plant corn silage. **Canadian Journal of Plant Science**, Quebec, v.58, n.3, p.661-678, July 1978.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 18 out. 2001.
- JAMA, A.O.; OTTMAN, M.J. Timing of the first irrigation in corn and water stress conditioning. **Agronomy Journal**, Madison, v.85, n.6, p.1159-1164, June 1993.
- KEPLIN, L.A.S.; SANTOS, I.R. **Silagem de milho**. Braskalb Agropecuária Brasileira, 1996. 46p.
- LARROQUE, C.M.; PLANCHON, C.L. Lignification and physiological factors of yield in maize. **Crop Science**, Madison, v.30, p.1105-1109, 1990.

LORENZONI, C.; GENTINETTA, E.; PARENZIN, M.; MOTTO, M.; MAGIORE, T. An avaluation of maize (*Zea mays* L.) genotypes for silage use in northern Italy. *Genética Agraria, Pieceza*, v.40, n.1, p.37-46, 1986.

LUNDEVALL, J.P.; BUXTON, D.R.; HALLAUER, A.R.; GEORGE, J.R. Forage quality variation among maize inbreeds: in vitro digestibility and cell wall components. *Crop Science, Madison*, v.34, n.6, p.1672-1678, Nov./Dec. 1994.

MANTOVANI, E.C.; BERTAUX, S. Sistemas de ensilagem. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). *Milho para silagem: tecnologias, sistemas e custo de produção*. Sete Lagoas, 1991. p.69-74. (EMBRAPA. CNPMS, Circular Técnica, 14).

McDONALD, P. *The biochemistry of silage*. New York: John Wiley e Sons, 1981.

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

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

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

NUSSIO, L.C. *Avaliação de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para ensilagem através da composição química e digestibilidade "in situ"*. Piracicaba: ESALQ/USP, 1997. 58p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Animal e Pastagens).

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

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

OLIVEIRA, J. Planeje melhor o milho de silagem: que o produtor precisa saber sobre cultivares, de acordo com pesquisa da Embrapa. **Jornal Estado de Minas**, Belo Horizonte, 1 dez. 1999. Caderno Agropecuário, p.5.

OLIVEIRA, J.M. VAZ. **O milho**. Lisboa: Classica, 1984. 218p.

OLIVEIRA, J.S.; BRAGA, R.A.N.; LOPES, F.C.F.; VITTORI, A.; RESENDE, H. Avaliação da qualidade da planta de milho para silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais... Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 1997. v.1, p.161-163.

OLIVEIRA, M.D. X.; SANTOS, M.X.; RAMALHO, M.A.P. Rendimento de grãos de três cultivares de milho (*Zea mays* L.) de diferentes ciclos, em diversas épocas de semeadura, em duas localidades do Estado de Mato Grosso do Sul. **Ciência e Prática**, Lavras, v.15, n.3, p.287-294, 1991.

PAIVA, L.E. Influência de níveis de nitrogênio, espaçamento e densidade no rendimento forrageiro e qualidade da silagem de milho (*Zea mays* L.). Lavras: ESAL, 1992. 81p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

PATERNIANI, E. Interação genótipo x ambiente em climas tropicais e subtropicais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., 1986, Belo Horizonte. **Anais... Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS**, 1986. p.378-382.

PATERNIANI, E. Maize breeding in the tropics. **Plant Science**, Berkeley, v.9, n.2, p.125-154, 1990.

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

PENATI, M.A. Relação de alguns parâmetros agrônômicos e bromatológicos de híbridos de milho (*Zea mays* L) com a produção, digestibilidade e o teor de matéria seca da planta. Piracicaba: ESALQ, 1995. 97p (Dissertação - Mestrado em Ciência Animal e Pastagens).

- PEREIRA, M.N. Responses of lactating cows to dietary fiber from alfafa or cereal byproducts. Madison: University of Wisconsin, 1997. 186p. (PhD Thesis).**
- PINHEIRO, M.E.V.L. Stover forage quality and stalk strength. Relationship in corn Zea mays L. Sciences and Engineering, Calcutta, v.46, n.1, p.68-78, 1985.**
- PINTER, L. Ideotypes of silage maize (Zea mays L.). Novinuterniles, Ireszcncse, v.35, n.3, p.183-193, 1986.**
- PRADA e SILVA, L.F. Avaliação de características agrônômicas e nutricionais de híbridos de milho para silagem. Piracicaba: ESALQ/USP, 1997. 98p (Dissertação - Mestrado em Ciência Animal e Pastagens).**
- RAMALHO, A.R. Comportamento de famílias de meio-irmãos em diferentes épocas de semeadura visando à produção de forragem de milho. Lavras: UFLA, 1999. 78p (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).**
- RESENDE, M.; SANTANA, D.P.; BAHIA FILHO, A.F.C.; SANS, L.M.A. Análise do meio físico, para avaliação das limitações ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ESTRESSE AMBIENTAL: O milho em perspectiva, 1., 1992, Belo Horizonte, MG. Anais... Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS/CIMMYT/UNDP, 1995. p.49-96.**
- RIBEIRO, P.H.E. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em diferentes épocas de semeadura, níveis de adubação e locais do Estado de Minas Gerais. Lavras: UFLA, 1998. 126p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).**
- ROTH, G.W. Consistency of corn hybrid quality differences for silage in the northeast U.S. In: SILAGE PRODUCTION: FROM SEED TO ANIMAL NATIONAL SILAGE PRODUCTION CONFERENCE, 1993, Syracuse, New York. Proceedings... Ithaca: Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1993. p.28-37.**
- ROTH, G.W.; LAUER, J.G. Agronomist's perspective of corn hybrids for silage. In: SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK NORTH AMERICAN CONFERENCE, 1997, Hershey, Pennsylvania. Proceedings... Ithaca: Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1997. p.15-24.**

- SANTOS, J.A. Silagem: qualidade e economia dependem de critérios, da semente ao cocho. **Balde Branco**, São Paulo, v.31, n.364, p.23-27, fev. 1995.
- SCHMID, A.R.; GOODRICH, R.D.; JORDAN, R.M.; MARTEN, G.C.; MEISKE, J.C. Relationships among agronomic characteristics of corn and sorghum cultivars and silage quality. **Agronomy Journal**, Madison, v.68, n.2, Mar./Apr. 1976.
- SCHWARZ, F.J.; PEX, E.J.; KIRCHGESSNER, M. Influence of different maize varieties on digestibility and energy content of maize silage by cattle and sheep. **Wirtschaftseigene – Futter**, Freising Weihenstephan, v.42, n.2, p.161-172, 1996.
- SHAW, R.H. Climatic Requirement. In: SPRAGUE, G.F. **Corn and corn improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1977. p.591-623.
- SILVA, P.C. da; OSUNA, J.T.A.; ARAÚJO, S.M.C. de; QUEIROZ, S.R. de O.D.; PAIVA, L.M. Seleção recorrente recíproca para obtenção de híbridos interpopulacionais de milho forrageiro (*Zea mays* L.) In: REUNIÃO LATINOAMERICANA DEL MAÍZ, 18., 1999, Sete Lagoas. **Anais... Sete Lagoas**, 1999. p.475-484.
- SOUZA, S.N. Milho para silagem: considerações agronômicas. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.2, n.2, p.11-14, jun. 1989.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. 2<sup>ª</sup> ed. New York: McGraw Hill, 1980, 633p.
- STRUIK, P.C. **Physiology of forage maize (*Zea mays* L.) in Relation to its Production and Quality**. Wageningen: Agricultural University Wageningen, 1983. 252p. (Doctoral Thesis).
- SULC, R.M.; THOMISON, P.R.; WEISS, W.P. Reliability of the Kernel milkline method for timing corn silage harvest in Ohio. **Journal of Production Agriculture**, Columbus, v.9, n.3, p.376-381, 1996.
- TOLLENAAR, M. Physiological basis of genetic improvement of maize hybrids in Ontario from 1959 to 1988. **Crop Science**, Madison, v.31, p.119-124, 1991.

- VALENTE, J.O. Introdução In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). **Milho para silagem: tecnologias, sistemas e custo de produção**. Sete Lagoas, 1991. p.5-7. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 14).
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York: Cornell University Press, 1982. 373p.
- VAN SOEST, P.J.; MERTENS, D.R.; DEINUM, B. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.47, n.3, p.712-720, 1978.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, Oct. 1991.
- VATTIKONDA, M.R.; HUNTER, R.B. Comparison of grain yield and whole-plant silage production of recommended corn hybrids. **Canadian Journal of Plant Science**, Quebec, v.63, n.3, p.601-609, July 1983.
- VIÉGAS, G.P.; PEETEN, H. Sistemas de produção. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. (ed.). **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. cap.2, p.451-538.
- VILELA, D. Silagem. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.108, p.17-27, 1983.
- WALULU, R.S.; ROSENOW, D.T.; WERTER, D.B.; NGUYEN, H.T. Inheritance of the stay green trait in sorghum. **Crop Science**, Madison, v.34, n.4, p.970-972, Jul./Aug. 1994.
- WHITE, R.P. Cultural practices affecting maturity and yield of corn (*Zea mays*) of whole plant silage in short season areas. **Canadian Journal Plant Science**, Quebec, v.58, n.3, p.629-642, July 1978.
- WIERSMA, D.W.; CARTER, P.R.; ALBRECHT, K.A.; COORS, J.G. Kernel milkline stage and corn forage yield, quality and dry matter content. **Journal of Production Agriculture**, Columbus, v.6, n.1, p.94-99, 1993.

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

WOLF, D.P.; COORS, J.G.; ALBRECHT, K.A.; UNDERSANDER, D.J.; CARTER, P.R. Forage quality of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. *Crop Science*, Madison, v.33, n.6, p.1353-1359, Nov./Dec. 1993b.

## ANEXO A

Página

- TABELA 1A** - Resumo das análises de variância para o rendimento de grãos (RG), produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), porcentagem de espiga na matéria seca (% EMS) e porcentagem de colmo na matéria seca (% CMS), obtidas no experimento instalado no mês de novembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na meia linha de leite. UFLA, Lavras-MG, 2001. 83
- TABELA 2A** - Resumo das análises de variância para o rendimento de grãos (RG), produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), porcentagem de espiga na matéria seca (% EMS) e porcentagem de colmo na matéria seca (% CMS), obtidas no experimento instalado no mês de novembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na maturidade fisiológica. UFLA, Lavras-MG, 2001. 83
- TABELA 3A** - Resumo das análises de variância para o rendimento de grãos (RG), produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), porcentagem de espiga na matéria seca (% EMS) e porcentagem de colmo na matéria seca (% CMS), obtidas no experimento instalado no mês de dezembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na meia linha de leite. UFLA, Lavras-MG, 2001. 84
- TABELA 4A** - Resumo das análises de variância para o rendimento de grãos (RG), produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), porcentagem de espiga na matéria seca (% EMS) e porcentagem de colmo na matéria seca (% CMS), obtidas no experimento instalado no mês de dezembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na maturidade fisiológica. UFLA, Lavras-MG, 2001. 84

- TABELA 5A** - Resumo das análises de variância para a porcentagem de proteína bruta (% PB), porcentagem de fibra em detergente neutro (% FDN) e porcentagem de fibra em detergente ácido (% FDA), obtidas no experimento instalado no mês de novembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na meia linha de leite. UFLA, Lavras-MG, 2001. 85
- TABELA 6A** - Resumo das análises de variância para a porcentagem de proteína bruta (% PB), porcentagem de fibra em detergente neutro (% FDN) e porcentagem de fibra em detergente ácido (% FDA), obtidas no experimento instalado no mês de novembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na maturidade fisiológica. UFLA, Lavras-MG, 2001. 85
- TABELA 7A** - Resumo das análises de variância para a porcentagem de proteína bruta (% PB), porcentagem de fibra em detergente neutro (% FDN) e porcentagem de fibra em detergente ácido (% FDA), obtidas no experimento instalado no mês de dezembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na meia linha de leite. UFLA, Lavras-MG, 2001. 86
- TABELA 8A** - Resumo das análises de variância para a porcentagem de proteína bruta (% PB), porcentagem de fibra em detergente neutro (% FDN) e porcentagem de fibra em detergente ácido (% FDA), obtidas no experimento instalado no mês de dezembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na maturidade fisiológica. UFLA, Lavras-MG, 2001. 86

**TABELA 1A** - Resumo das análises de variância para o rendimento de grãos (RG), produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), porcentagem de espiga na matéria seca (% EMS) e porcentagem de colmo na matéria seca (% CMS), obtidas no experimento instalado no mês de novembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na meia linha de leite. UFLA, Lavras-MG, 2001.

FV	GL	QM						
		RG (kg/ha)	PMV (kg/ha)	PMS (kg/ha)	AP (m)	AE (m)	% EMS	% CMS
Bloco	3	5650056,39	17535300,92	3524408,80	0,01	0,01	5,43	5,43
Cultivar (C)	8	7747902,85**	102365234,37**	8078112,78*	0,16**	0,09**	11,80	11,80
Erro	24	1484670,62	19239076,96	3295881,68	0,01	0,01	6,37	6,37
CV (%)		14,26	9,39	10,71	4,51	7,34	3,69	8,03

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

88

**TABELA 2A** - Resumo das análises de variância para o rendimento de grãos (RG), produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), porcentagem de espiga na matéria seca (% EMS) e porcentagem de colmo na matéria seca (% CMS), obtidas no experimento instalado no mês de novembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na maturidade fisiológica. UFLA, Lavras-MG, 2001.

FV	GL	QM						
		RG (kg/ha)	PMV (kg/ha)	PMS (kg/ha)	AP (m)	AE (m)	% EMS	% CMS
Bloco	3	734858,34	30591869,21	5425230,68	0,0234	0,01	14,23**	14,23**
Cultivar (C)	8	6206907,89**	128520290,79**	14086915,60**	0,1480**	0,10**	6,72*	6,72*
Erro	24	861771,09	10995840,56	3421381,36	0,0109	0,01	2,25	2,25
CV (%)		10,18	9,30	9,55	4,53	5,68	2,16	4,91

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

**TABELA 3A** - Resumo das análises de variância para o rendimento de grãos (RG), produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), porcentagem de espiga na matéria seca (% EMS) e porcentagem de colmo na matéria seca (% CMS), obtidas no experimento instalado no mês de dezembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na meia linha de leite. UFLA, Lavras-MG, 2001.

FV	GL	QM						
		RG (kg/ha)	PMV (kg/ha)	PMS (kg/ha)	AP (m)	AE (m)	% EMS	% CMS
Bloco	3	552999,64	11862702,54	1863793,84	0,01	0,01	4,32	4,32
Cultivar (C)	8	4145010,50**	45808376,73**	8570535,38**	0,09**	0,04**	9,24	9,24
Erro	24	579537,83	8631582,75	2387414,78	0,01	0,01	4,94	4,94
CV (%)		10,75	9,54	10,77	4,72	6,48	3,33	6,7

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

84

**TABELA 4A** - Resumo das análises de variância para o rendimento de grãos (RG), produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), porcentagem de espiga na matéria seca (% EMS) e porcentagem de colmo na matéria seca (% CMS), obtidas no experimento instalado no mês de dezembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na maturidade fisiológica. UFLA, Lavras-MG, 2001.

FV	GL	QM						
		RG (kg/ha)	PMV (kg/ha)	PMS (kg/ha)	AP (m)	AE (m)	% EMS	% CMS
Bloco	3	2825108,78	18067563,65	5403603,18	0,01	0,01*	4,56	4,56
Cultivar (C)	8	5459257,95**	63087890,62**	6933500,34	0,10**	0,06**	10,44**	10,44**
Erro	24	698158,14	11219256,36	3087013,03	0,01	0,01	2,79	2,79
CV (%)		10,39	12,58	11,28	3,21	4,72	2,47	5,16

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

**TABELA 5A** - Resumo das análises de variância para a porcentagem de proteína bruta (% PB), porcentagem de fibra em detergente neutro (% FDN) e porcentagem de fibra em detergente ácido (% FDA), obtidas no experimento instalado no mês de novembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na meia linha de leite. UFLA, Lavras-MG, 2001.

FV	GL	QM		
		% PB	% FDN	% FDA
Bloco	3	0,2939	13,0702	12,1578
Cultivar (C)	8	0,6146	25,3876*	8,0396
Erro	24	0,3320	8,5570	6,2166
CV (%)		7,67	7,22	9,82
Média geral		7,51	40,53	25,39

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

**TABELA 6A** - Resumo das análises de variância para a porcentagem de proteína bruta (% PB), porcentagem de fibra em detergente neutro (% FDN) e porcentagem de fibra em detergente ácido (% FDA), obtidas no experimento instalado no mês de novembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na maturidade fisiológica. UFLA, Lavras-MG, 2001.

FV	GL	QM		
		% PB	% FDN	% FDA
Bloco	3	0,4747	8,2958	11,5864
Cultivar (C)	8	0,7290	12,1635	21,2433
Erro	24	0,3730	17,6744	19,6942
CV (%)		8,33	9,08	18,49
Média geral		7,34	46,29	24,00

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

**TABELA 7A** - Resumo das análises de variância para a porcentagem de proteína bruta (% PB), porcentagem de fibra em detergente neutro (% FDN) e porcentagem de fibra em detergente ácido (% FDA), obtidas no experimento instalado no mês de dezembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na meia linha de leite. UFLA, Lavras-MG, 2001.

FV	GL	QM		
		% PB	% FDN	% FDA
Bloco	3	0,2836	30,0474	16,5517
Cultivar (C)	8	0,2735	15,5891	15,3674
Erro	24	0,2381	7,1947	20,5383
CV (%)		7,07	6,20	15,79
Média geral		6,90	43,23	28,71

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

**TABELA 8A** - Resumo das análises de variância para a porcentagem de proteína bruta (% PB), porcentagem de fibra em detergente neutro (% FDN) e porcentagem de fibra em detergente ácido (% FDA), obtidas no experimento instalado no mês de dezembro com as plantas colhidas quando os grãos apresentavam-se na maturidade fisiológica. UFLA, Lavras-MG, 2001.

FV	GL	QM		
		% PB	% FDN	% FDA
Bloco	3	0,2634	12,8244	2,0661
Cultivar (C)	8	0,3115	22,5762	5,4362
Erro	24	0,3318	15,5086	12,2533
CV (%)		8,29	8,74	14,63
Média geral		6,94	45,04	23,92

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

