



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS**

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E  
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE GENÓTIPOS  
DE SORGO LIGNOCELULÓSICO**

**GILSON ALCANTARA BORGES**

**2014**

**GILSON ALCANTARA BORGES**

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA  
DE GENÓTIPOS DE SORGO LIGNOCELULÓSICO**

Dissertação apresentada à  
Universidade Estadual de Montes  
Claros como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, área de concentração  
Produção Animal, para obtenção do  
título de Mestre em Zootecnia.

**Orientador:**

**Prof. Dr. Dorismar David Alves**

**UNIMONTES MG  
MINAS GERAIS BRASIL**

**2014**

Borges, Gilson Alcantara

B732c Características agronômicas e composição química de genótipos de sorgo lignocelulósico [manuscrito] / Gilson Alcantara Borges. – 2014.

47 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2014.

Orientador: Prof. D. Sc. Dorismar David Alves.

1. Genótipos de sorgo. 2. Sorgo. I. Alves, Dorismar David. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 633.62


Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

GILSON ALCANTARA BORGES

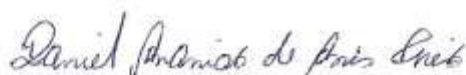
**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA  
DE GENÓTIPOS DE SORGO LIGNOCELULÓSICO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**APROVADA em 07 de ABRIL de 2014.**



Prof. D.Sc. Dorismar David Alves  
UNIMONTES  
(Orientador)



Prof. D.Sc. Daniel Ananias de Assis  
Pires  
UNIMONTES



Prof. D.Sc. Eleuza Clarete Junqueira  
de Sales  
UNIMONTES



D.Sc. Anley Eguêifedo Portugal  
EMBRAPA

**JANAÚBA**  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2014

**GILSON ALCANTARA BORGES**

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA  
DE GENÓTIPOS DE SORGO LIGNOCELULÓSICO**

Dissertação apresentada à  
Universidade Estadual de Montes  
Claros como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, área de concentração  
Produção Animal, para obtenção do  
título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 07 de Abril de 2014.

Prof. Dr. Daniel Ananias de Assis Pires – UNIMONTES

Prof. Dra. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – UNIMONTES

Prof. Dr. Arley Figueiredo Portugal – EMBRAPA

**Prof. Dr. Dorismar David Alves**

**UNIMONTES**

**(Orientador)**

**UNIMONTES**

**MINAS GERAIS – BRASIL**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, Avelino e Lourdes, pelo incentivo incondicional em todos os momentos nos quais precisava de apoio e conselho, pela confiança depositada em mim e pelo amor e carinho que sempre me dedicaram.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida e saúde para realização de mais esta conquista.

Aos amigos, pela ajuda durante a árdua caminhada.

Ao professor David, pela amizade, paciência, orientação e apoio no desenvolvimento deste trabalho.

A todos os Professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos.

À Universidade Estadual de Montes Claros e ao Departamento de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realização do curso.

À CAPES, pela bolsa de estudos.

À Embrapa Milho e Sorgo, pelo apoio estrutural necessário à realização deste trabalho, em especial aos pesquisadores Rafael Parrella e Arley Figueiredo Portugal.

Aos demais professores e colegas, pelos ensinamentos e conhecimentos compartilhados.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

**“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê”.**

**Arthur Schopenhauer**



## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	i
RESUMO .....	ii
ABSTRACT .....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 A cultura do sorgo .....	4
2.2 Classificação do sorgo .....	8
2.3 Características agronômicas do sorgo .....	10
2.4 Características nutricionais do sorgo.....	13
2.5 Sorgo lignocelulósico .....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
5 CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.** Produtividade de matéria natural (PMN), percentual de matéria seca (MS) e produtividade de matéria seca (PMS) de genótipos de sorgo lignocelulósico ..... 24
- TABELA 2.** Altura média das plantas (AP), número médio de plantas por hectare (NP), percentual de acamamento (ACAM), com respectivas médias e coeficientes de variação..... 27
- TABELA 3.** Proporções percentuais de colmo, folha, panícula, na matéria seca (MS), com respectivas médias e coeficientes de variação (CV)..... 29
- TABELA 4.** Teores médios de matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), na matéria seca da planta inteira, com respectivas médias e coeficientes de variação (CV) ..... 31
- TABELA 5.** Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) da matéria seca do colmo, com respectivas médias e coeficientes de variação (CV) ..... 34
- TABELA 6.** Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) da matéria seca da folha, com respectivas médias e coeficientes de variação (CV) ..... 35
- TABELA 7.** Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) da matéria seca da panícula, com respectivas médias e coeficientes de variação (CV) ..... 37

## RESUMO

BORGES, GILSON ALCANTARA. **Características agronômicas e composição química de genótipos de sorgo lignocelulósico**. 2014. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG, Brasil.<sup>1</sup>

O sorgo lignocelulósico se destaca por seu potencial para produção de etanol de segunda geração, e também deve-se destacar o seu potencial forrageiro na alimentação de ruminantes. Com objetivo de avaliar as características agronômicas e a composição química de genótipos de sorgo lignocelulósico, foram cultivados sete genótipos no campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo em Nova Porteirinha/MG. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com sete tratamentos (genótipos de sorgo) e três repetições. Foram usados os seguintes genótipos de sorgo lignocelulósicos provenientes do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo foram: CMSXS7014; CMSXS7019; CMSXS7007; CMSXS7008; CMSXS7002; CMSXS7015; CMSXS7018. Foram avaliados os parâmetros: altura das plantas (AP), produtividade de matéria natural (PMN), produtividade de matéria seca (PMS), teor de matéria seca (MS%), percentual de acamamento (ACAM), número de plantas (NP), proporção dos componentes da planta (colmo, folha e panícula) na matéria seca e na matéria natural, percentual de acamamento (ACAM), composição química da planta inteira (teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e matéria mineral (MM)), composição química dos componentes da planta (colmo, folha e panícula). Foram observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para PMS, PMN, MS%, proporção de panícula na matéria natural, FDA da planta inteira; MS do colmo; MS e FDN da folha; MS da panícula. Não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para AP, NP, ACAM, proporção dos componentes da planta na matéria seca, percentual de colmo na matéria natural, percentual de folha na matéria natural; MM, PB e FDN da planta inteira; MM, PB, FDA do colmo; MM, PB, FDA da folha; MM, PB, FDN e FDA da panícula. O genótipo CMSXS7002 foi superior aos demais genótipos avaliados por apresentar maior produtividade de matéria seca, maior teor de matéria seca e menores teores de FDA na composição bromatológica da planta inteira.

**Palavras-chave:** altura de planta, fibra em detergente ácido, produtividade.

---

<sup>1</sup>**Comitê de Orientação:** Prof. Dr. Dorismar David Alves - Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador)

## ABSTRACT

BORGES, GILSON ALCANTARA. **Agronomic characteristics and chemical composition of lignocellulosic sorghum genotypes**. 2014. 57 p. Dissertation (Master's degree in Animal Science). Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG, Brazil.<sup>2</sup>

The lignocellulosic sorghum stands out for its potential for production of second generation ethanol, as well as their forage potential in ruminant feed. In order to evaluate the agronomic characteristics and chemical composition of lignocellulosic sorghum genotypes, seven genotypes were grown in the experimental field of Embrapa Milho e Sorgo in Nova Porteirinha/MG. The experimental design was in randomized block with seven treatments (sorghum genotypes) and three replications. We use the following lignocellulosic sorghum genotypes from the breeding program of Embrapa Milho e Sorgo: CMSXS7014; CMSXS7019; CMSXS7007; CMSXS7008; CMSXS7002; CMSXS7015; CMSXS7018. We evaluated the parameters: plant height (PH), fresh matter yield (FMY), dry matter yield (DMY), dry matter content (DM%), percentage of lodging (ACAM), number of plants (NP), ratio of plant components (stem, leaf, and panicle) in dry matter and fresh matter, percentage of lodging (ACAM), chemical composition of the whole plant (dry matter content (DM)), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and mineral matter (MM), chemical composition of the plant components (stem, leaf, and panicle). Significant differences ( $P < 0.05$ ) for DMY, FMY, DM%, proportion of panicle in fresh matter, FDA of whole plant, DM stem, leaf DM and NDF, panicle DM. There were no significant differences ( $P > 0.05$ ) for PH, NP, ACAM, proportion of plant components in the dry matter, percentage of stem in fresh matter, percentage of leaf in the fresh matter; MM, CP and NDF of whole plant; MM, CP, ADF of the stem, MM, CP, ADF of the leaf, MM, CP, NDF and ADF of the panicle. The CMSXS7002 genotype was higher than the other genotypes, since it showed the highest dry matter yield, the highest dry matter content and lowest content of ADF in the chemical composition of the whole plant.

**Keywords:** acid detergent fiber, plant height, yield

---

<sup>2</sup>Guidance Committee: Prof. Dr. Dorismar David Alves – Departamento of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Adviser) -

## 1 INTRODUÇÃO

A pecuária mais econômica é aquela na qual o próprio animal faz a colheita da forrageira diretamente na pastagem, entretanto, na maior parte do Brasil, devido às condições edafoclimáticas, 70 a 90 % da produção de forragens ao longo do ano se concentra nos períodos quentes e chuvosos (COSTA *et al.*, 2005). A sazonalidade climática brasileira pode ser considerada responsável pela baixa disponibilidade de forragem verde e pelo baixo valor nutritivo da mesma durante o período da seca. A estacionalidade de produção de forragens torna instável a cadeia produtiva e a economia da atividade, pela flutuação na oferta dos produtos finais (carne e leite), devido à menor produtividade em determinadas épocas do ano, caracterizando o período de entressafra.

Existem opções para reduzir e amenizar o problema da sazonalidade de oferta de forragem ao longo do ano, como a formação de capineiras, utilização da cana-de-açúcar na alimentação animal, conservação da forragem na forma de feno ou silagem, e por último, desenvolver novos materiais genéticos que possam atender às demandas de alimentos para os animais.

A intensificação dos processos produtivos na pecuária de corte e de leite nacional promoveu aumento das necessidades quantitativas e qualitativas de alimentos para os animais, principalmente nos períodos de escassez de pastagens. Isso leva a busca de novas alternativas para a alimentação do rebanho bovino.

A estacionalidade de produção das pastagens é reconhecida como um dos principais fatores responsáveis pelos baixos índices de produtividade na pecuária nacional, pois se obtêm bons rendimentos durante o período das águas e baixos no período de seca, comprometendo assim o desempenho dos animais e conseqüentemente a rentabilidade da atividade produtiva.

Em decorrência do ciclo estacional das pastagens, no período de estiagem (seco), as forrageiras tropicais não fornecem quantidades de

nutrientes suficientes para os índices produtivos dos animais. Dessa forma, são necessárias alternativas que atendam à demanda crescente de volumosos nesse período, como a alternativa de utilização do sorgo como forragem.

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) constitui uma das principais alternativas de produção de forragem no período das águas (período quente e chuvoso) na região norte de Minas Gerais, por apresentar características únicas de adaptação às situações de estresse hídrico, que são muito comuns nessa região. Além disso, o sorgo destaca-se pela resistência ao déficit hídrico, pela amplitude de plantio e pela capacidade de rebrota.

A variabilidade genética dessa espécie permitiu o desenvolvimento de trabalhos de melhoramento que proporcionaram a obtenção de um grande número de híbridos. Cada um desses materiais apresenta características agronômicas e valor nutritivo diferenciados, esses fatores podem afetar diretamente o desempenho dos animais que irão consumir esse alimento, confirmando a necessidade de estudos que conduzam à seleção de híbridos mais adequados aos sistemas de produção animal.

A cultura do sorgo se destaca no cenário nacional, por ser uma alternativa para a produção de grãos, por ser uma alternativa à cana-de-açúcar para a produção de etanol, além de ser uma grande opção para a produção no período da primavera-verão quando o sistema de produção com cana-de-açúcar está no período de entressafra. Atualmente estão sendo selecionados materiais lignocelulósicos para produção de etanol a partir dos componentes estruturais da parede celular, celulose e hemicelulose. Esses materiais são altamente produtivos e podem ser, também, uma alternativa para alimentação de ruminantes.

Nesse contexto, a cultura do sorgo merece destaque por ser uma planta de ciclo relativamente curto, manejo com tecnologias dominadas pela maioria dos produtores e atualmente contempladas em pesquisas na área agrícola de pós-colheita, além de se adaptar a condições edafoclimáticas nem sempre ideais ao cultivo de culturas como soja, milho e algodão,

características essas comuns a muitas regiões do estado de Minas Gerais (BORGES, 2010).

Objetivou-se com este trabalho avaliar as características agronômicas e a composição química de sete genótipos de sorgo lignocelulósico cultivados sob irrigação na região norte de Minas Gerais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura do sorgo

O sorgo é uma planta pertencente a família Poaceae, gênero *Sorghum*, e espécie *Sorghum bicolor* L. Moench. Está entre as culturas mais cultivadas no mundo e constitui a maior fonte de alimento e de rações em diversas regiões da África (SOUZA *et al.*, 2005).

Em 1753 no livro *Species Plantarum*, Linneus foi quem primeiro descreveu três espécies de sorgo cultiváveis: *Holcussorghum*, *Holcussaccaratus* e *Holcus bicolor*. Em 1794 Moench separou o gênero *Sorghum* do gênero *Holcus*. Person em 1805 mudou o nome *Sorghum vulgare* para *Holcussorghum* (L.). Só em 1961, Clyton adotou *Sorghum bicolor* (L.) Moench como nome específico para sorgos cultivados (COMPTON, 1990).

O sorgo é uma planta originária do Centro-Leste da África e parte da Ásia, abaixo do deserto de Saara, na região da Etiópia e do Sudão, com gênero ancestral de 5.000 a 6.000 anos a.C., sendo domesticado ao longo de gerações e usado para satisfazer as necessidades alimentares de humanos e animais (RUAS *et al.*, 1988; COSTA *et al.*, 2004).

Sua introdução é recente nas Américas, através do Caribe, trazido por escravos africanos. O sorgo atingiu o sudeste dos Estados Unidos, na metade do século XIX. Em 1857, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos lançou o que pode ter sido a primeira cultivar comercial “moderna” de sorgo do mundo, fruto de manipulação genética, denominado “combine types” ou sorgo granífero. Essa cultura se desenvolveu em várias regiões do oeste dos Estados Unidos e tornou-se popular em outros países, como Argentina, México, Austrália, China, Colômbia, Venezuela, Nigéria, Sudão e Etiópia (RUAS *et al.*, 1988; TEIXEIRA & TEIXEIRA, 2004).



No Brasil deve ter chegado da mesma forma como nas Américas do Norte e Central. Nomes como milho d'Angola ou milho da Guiné encontram-se na literatura e no vocabulário nordestino até hoje. A partir da segunda década do século XX, a cultura foi reintroduzida no país quando o setor privado entrou no agronegócio do sorgo (TEIXEIRA & TEIXEIRA, 2004). Nessa ocasião, os híbridos de sorgo granífero, de porte baixo, recém-lançados na Argentina, como o sorgo anão, entraram no Brasil, através da fronteira gaúcha com os países platinos. Do Rio Grande do Sul, os híbridos desenvolvidos pelo trabalho dos melhoristas americanos, adaptados às condições do pampa argentino, chegaram a São Paulo e, posteriormente, se expandiram para outros estados (TEIXEIRA & TEIXEIRA, 2004).

A cultura do sorgo tem se destacado no processo de produção de silagem por ser uma gramínea de elevado potencial de produção, principalmente em regiões sujeitas a estresse hídrico, ter boa adequação à mecanização, ser boa fonte de energia na alimentação de ruminantes, ser versátil na sua utilização, e, principalmente, de ter elevado valor nutritivo (DUARTE, 2003).

Durante o processo natural de evolução, as plantas de sorgo desenvolveram mecanismos de adaptação para uma gama de condições ambientais, resultando em uma extensa variação genética para tolerância a diversas condições desfavoráveis (RODRIGUES, 2010).

O sorgo é uma cultura rústica que tolera elevadas temperaturas melhor do que a maioria das outras culturas. O desenvolvimento de híbridos de maturação precoce permite o plantio da cultura em regiões onde a precipitação pluviométrica não exceda a 380 mm anuais, embora se desenvolva melhor sob condições favoráveis de temperatura e umidade. A elevada resistência da cultura à desidratação deve-se ao ritmo de transpiração eficaz e características foliares das plantas xerófitas que retardam a perda de água pela planta. No entanto, a exigência em umidade torna-se crítica nos períodos logo após a germinação e nas fases de polinização e germinação (ANTUNES, 1979).

O sorgo é uma planta que pode ser comparada ao milho em relação ao seu valor agrônômico e nutritivo. Por isso, em termos de exigências e produção, aparece como uma alternativa interessante, sendo mais adaptado à seca, devido à sua capacidade de recuperar-se e produzir grãos após período de estiagem e produzindo mais matéria seca em áreas de solo menos fértil, quando comparado ao milho (GONÇALVES *et al.*, 2005).

O sorgo é classificado fisiologicamente como planta C4, com altas taxas fotossintéticas e fotorrespiração reduzida. A maioria dos genótipos de sorgo exige temperaturas superiores a 21 °C para o pleno desenvolvimento, sendo que a planta tolera mais o déficit de água e o excesso de umidade no solo do que a maioria dos outros cereais e pode ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo (MAGALHÃES *et al.*, 2003).

O sorgo é uma espécie anual, ou perene de vida curta, de clima tropical cultivada em diversas regiões do mundo até cerca de 1.800 metros de altitude, cuja temperatura média gira entre 21 e 30 °C. Em relação às principais variáveis de clima, a temperatura ótima para o desenvolvimento de cada plantio varia conforme a cultivar considerada. De uma forma geral, a literatura tem mostrado que temperaturas superiores a 38 °C ou inferiores a 16 °C limita o desenvolvimento da maioria das cultivares. Um aumento de 5 °C em relação à temperatura ótima noturna pode implicar uma redução de até 33 % da produtividade, uma vez que ocorre um aumento da taxa de respiração noturna. A cada 1 grau centígrado de aumento da temperatura noturna, a respiração aumenta em torno de 14 %. Por pertencer ao grupo de plantas C4, o sorgo suporta elevados níveis de radiação solar, respondendo com altas taxas fotossintéticas, minimizando a abertura dos estômatos e consequente perda d'água. Assim, o aumento da intensidade luminosa implica maior produtividade, sempre que as demais condições sejam favoráveis (EMBRAPA, 2008).

O sorgo é sensível ao fotoperíodo, o qual pode ser definido como a resposta do crescimento à duração dos períodos de luz e escuro. O comprimento do dia varia de acordo com a estação do ano e com a latitude. O

sorgo é uma planta de dias curtos, ou seja, floresce em noites longas. A maioria dos materiais comerciais de sorgo granífero foi melhorada geneticamente para insensibilidade ao fotoperíodo (MAGALHÃES *et al.*, 2003).

O estresse causado pela seca é uma das principais causas de perdas de produtividade agrícola no mundo. No sorgo, o estresse causado por déficit hídrico pode ocorrer nos períodos vegetativos iniciais, durante o desenvolvimento das panículas e em pós-florescimento, no período entre o preenchimento dos grãos e a maturidade fisiológica. Entretanto, a fase mais crítica do estresse de seca é no pós-florescimento, podendo resultar em impactos negativos na produção de grãos da cultura. O sorgo é considerado um dos cereais com maior tolerância à seca, o que se deve a mecanismos de manutenção de caules e folhas verdes sob estresse de seca após o florescimento (MAGALHÃES, 2011).

O sorgo, por se tratar de uma cultura anual, faz o melhor uso possível dos fatores do meio em curto período de tempo, no qual as condições são favoráveis ao seu desenvolvimento. Nessa situação, quando comparado com o milho, o sorgo consegue produzir mais, em razão do sistema radicular profundo e ramificado, da tolerância a temperaturas elevadas e da capacidade de diminuir o metabolismo e recuperar o desenvolvimento quando o estresse é interrompido (MAGALHÃES *et al.*, 2003).

O sorgo é muito resistente à desidratação devido ao seu sistema radicular fibroso e muito extenso (podendo atingir 1,5 m de profundidade, valor este normalmente 50 % maior que o do milho), ao ritmo de transpiração eficaz (retardamento do crescimento) e a características foliares das xerófitas, como a serosidade e a ausência de pilosidade, que reduzem perda de água da planta. Aliada a essas características há a possibilidade de aproveitamento da rebrota, que pode produzir de 60 a 70 % da matéria seca do primeiro corte (SOUZA *et al.*, 2013).

O sorgo é uma cultura tolerante a diversas condições de solo, podendo ser cultivado satisfatoriamente em solos que variam de argilosos a

ligeiramente arenosos. Embora sobreviva melhor que outros cereais em solos arenosos e de baixa fertilidade, tem preferência por solos bem preparados, com acidez corrigida, ricos em matéria orgânica, pH entre 5,5 e 6,5, topografia plana e sem excesso de umidade. Assim, apresenta maior produtividade nos solos ricos em matéria orgânica, profundos, de boa drenagem e com topografia plana e/ou declividade inferior a 5 %. Os solos aluviais prestam-se muito bem ao cultivo do sorgo, desde que adequadamente preparados. Os solos mal drenados são os únicos que não se recomendam para esta cultura (EMBRAPA, 2008).

Segundo Camacho *et al.*(2002), o sorgo possui tolerância a períodos de estiagem durante seu ciclo vital e produz colheitas de grãos e massa verde, economicamente compensadora, em condições de pluviosidade baixa e em solos de baixa fertilidade. Por conseguinte, vem sendo cultivado principalmente em zonas áridas e semiáridas, tornando-se um alimento básico, por apresentar um elevado potencial de produção, grande versatilidade e potencial de adaptação a regiões mais secas (NEUMANN *et al.*, 2002a).

## **2.2 Classificação do sorgo**

O sorgo é cultivado em áreas e situações ambientais muito secas e/ou muito quentes, onde a produtividade de outros cereais é antieconômica. É, dentre as espécies alimentares, uma das mais versáteis e mais eficientes, tanto do ponto de vista fotossintético, como em velocidade de maturação.

Os sorgos de maior interesse agrícola cultivados no Brasil podem ser divididos em dois grandes grupos: os graníferos e os forrageiros. Os sorgos graníferos são plantas de altura inferior a 1,60 m, com elevada produção de grãos e panículas bem desenvolvidas, podendo chegar a produzir 8 t ha<sup>-1</sup> de grãos secos. No Brasil são cultivados principalmente com a finalidade de produção de grãos para alimentação animal, sendo um importante cereal utilizado na alimentação humana na África e Ásia. Outras utilizações

descritas para os grãos de sorgo são a produção de amido, óleo comestível e industrial, álcool, cerveja e cera. O sorgo granífero está entre os cinco cereais mais cultivados em todo o mundo, ficando atrás do arroz, trigo, milho e cevada (ZAGO, 1991).

Já os sorgos forrageiros destacam-se pela elevada produção de matéria seca, altura superior a 2,0 m e possuem ciclo mais longo. Os sorgos forrageiros podem ser ainda subdivididos em cinco categorias. A primeira é composta pelos forrageiros com baixa produção de grãos e baixo teor de açúcares solúveis e altura superior a 3,0 m. A produção de massa verde dos genótipos é alta, variando de 50 a 70 t ha<sup>-1</sup> no primeiro corte; eles têm boa rebrota de 30 a 70 % no segundo corte, dependendo da temperatura, disponibilidade de água, fertilidade do solo e adubação. Dos sorgos forrageiros destinados à produção de silagem, existem os tradicionais cuja maior vantagem é o baixo custo da silagem produzida. Todavia, a qualidade da silagem produzida é inferior a uma boa silagem de milho, devido a uma baixa produção de grãos (EMBRAPA, 2008).

A segunda categoria são os chamados sorgos sacarinos, composta por cultivares com baixa produção de grãos, altura superior a 3,0 m, com colmos com porcentagem de sacarose entre 10 e 14 % e ricos em açúcares redutores, sendo assim matéria-prima para usinas produtoras de álcool e melão. Produzem silagens com bom padrão de fermentação, entretanto, esta utilização deve ser bem avaliada uma vez que possuem pequena porcentagem de grãos (EMBRAPA, 2008).

Outra categoria é chamada de sorgo de duplo propósito os quais apresentam boa produção de grãos, altura menor (entre 2,0 e 2,5 m), sendo então uma boa opção para produção de silagem de elevado valor nutricional devido às maiores porcentagens de grãos. A produção de massa verde é alta, variando de 40 a 55 t ha<sup>-1</sup> com boa produção de grãos (4 a 6 t ha<sup>-1</sup>), o que confere alta qualidade à silagem. O rendimento da rebrota desse tipo de sorgo é razoável, variando de 20 a 50 % do obtido no primeiro corte (EMBRAPA, 2008).

Na quarta categoria estão os denominados sorgos tipo vassoura, que produzem pequena porcentagem de grãos, panículas abertas e bem ramificadas e são utilizados basicamente para produção de vassouras (EMBRAPA, 2008).

A quinta e última categoria é composta por sorgos forrageiros especializados em pastejo, corte ou fenação, denominados de sorgo ou capim-Sudão (*Sorghum bicolor* subespécie *sudanense*) ou simplesmente *Sorghum sudanense* (Piper) ou seus híbridos com sorgo (ZAGO, 1991; DEMARCHI *et al.*, 1995).

### **2.3 Características agronômicas do sorgo**

A produtividade do sorgo está relacionada com vários fatores integrados como interceptação de radiação, eficiência metabólica, melhoramento genético, escolha do genótipo, manejo cultural, fertilidade do solo, nutrição, adubação, entre outros. As relações de fonte e dreno são funções de condições ambientais e genéticas, e as plantas procuram se adaptar a essas condições (AGUIAR *et al.*, 2006).

Vários são os fatores envolvidos nos sistemas de produção do sorgo, como por exemplo o manejo cultural (população de plantas e espaçamento de plantas entre e dentro da linha, profundidade e época de semeadura), melhoramento genético, fertilidade do solo, nutrição e adubação. Esses parâmetros são determinantes para que se possam alcançar produções satisfatórias na colheita (BOTELHO, 2010).

Segundo Jaremtchuk *et al.* (2005), as características agronômicas são determinantes na avaliação da qualidade e no custo da forragem a ser produzida, afetando a eficiência da produção no campo. Portanto, deve-se escolher, de forma criteriosa, as cultivares a serem trabalhadas dentro de um sistema de produção, visando a adequação de todos os aspectos produtivos da planta às características locais tais como fertilidade do solo, disponibilidade de chuvas e finalidade do sistema produtivo.

A escolha do genótipo mais adequado é um aspecto fundamental para o estabelecimento de um sistema de produção mais eficiente. Deve-se observar a região onde será implantada a cultura (adaptação); potencial produtivo; estabilidade de produção; tolerância a doenças, sanidade dos grãos; resistência de colmo e de raiz ao acamamento; ciclo; características dos grãos (textura, coloração; teor de tanino) e equilíbrio entre folha, colmo e panícula (BOTELHO, 2010). Com base nessas informações e com as necessidades do agricultor, é possível selecionar o genótipo mais apropriado para um sistema de produção específico, obtendo uma boa produção de massa com bom valor nutritivo.

Diversos trabalhos mostraram larga amplitude na produtividade do sorgo, variando em função da época de semeadura, das condições ambientais durante o período de cultivo e do grande número de variedades existentes (PEREIRA, 1991; DEMARCHI *et al.*, 1995; VALENTE, 1992).

As cultivares de sorgo forrageiro disponíveis atualmente no mercado são adaptadas para produção de silagem e para corte verde, e caracterizam-se por possuir colmos suculentos, boa produção de grãos e altura variando entre dois a três metros (MONTAGNER *et al.*, 2005). Magalhães *et al.* (2003), referindo-se aos tipos de sorgo produzidos no Brasil, afirmam que a altura da planta é importante para sua classificação, podendo variar desde 40 centímetros até 4 metros. A altura do caule até o extremo da panícula varia conforme o número e a distância dos entrenós, e também segundo o pedúnculo e a panícula.

Quanto à produção de matéria seca por hectare, vários estudos têm apontado grandes produções para o sorgo, que atinge rendimentos aproximados à cultura do milho quando são comparados os primeiros cortes. Quando se inclui a produção alcançada com a rebrota, que geralmente fica em torno de 60 % do primeiro corte, o sorgo alcança produção superior por área (MAGALHÃES *et al.*, 2003).

Em relação à produção de matéria verde do sorgo, Valente (1992) afirma que a produtividade mínima aceitável para o sorgo é de 40 toneladas

de massa verde por hectare, pois abaixo disto é economicamente inviável. Quanto à produção de matéria seca, esta é uma importante característica na avaliação da viabilidade econômica de uma forrageira destinada à produção de volumoso para alimentação animal. A produtividade esperada do sorgo para o primeiro corte é de 4 a 11 t ha<sup>-1</sup> de grãos e 40 e 45 t ha<sup>-1</sup> de massa verde.

Oliveira *et al.* (2002), testando estabilidade e produção de diversas cultivares destinadas à produção de silagem, encontraram valores de produção de matéria seca para AG-2002 de até 22,76 t ha<sup>-1</sup>, com maior estabilidade em diferentes condições de plantio, e Volumax com 20,83 t ha<sup>-1</sup>, que obteve melhor desempenho em locais mais favoráveis.

Avaliando os aspectos agronômicos de genótipos de sorgo, Chiesa *et al.* (2008) registraram, para a porcentagem de folha na matéria verde, que a maior produção foi para o BR101 (16,38 %) em relação aos demais genótipos. O AG2005E (14,05 %) produziu relativamente maior quantidade que o AG60298 (4,76 %). A proporção de colmo na matéria verde foi maior para o AG60298 (81,55 %), em relação aos demais genótipos, sendo que o AG2005E e o BR101 tiveram proporções de 56,59 e 59,53 %, respectivamente. A proporção de panícula na matéria natural foi superior para o AG2005E em relação ao AG60298 e ao BR101, com valores de 4,97; 2,24 e 2,00 %, respectivamente. Em relação à altura de planta, o AG2005E, AG60298 e o BR101 não apresentaram diferença significativa, sendo suas alturas de 1,72, 2,16 e 2,52 metros, respectivamente.

As proporções entre folha, colmo e panícula podem ser um indicador do valor nutritivo da planta e a variação dessas proporções decorre da grande variabilidade genética dos materiais (ZAGO, 1997).

A quantidade e a qualidade de luz também são importantes para a expansão foliar. As folhas que crescem em alta intensidade de luz têm frequentemente um número de células superior ao daquelas que crescem em intensidades de luz mais baixas; portanto, podendo classificá-la como planta de sol. Cerca de 30 dias após a emergência, ocorre a diferenciação do ponto



de crescimento (muda de fase vegetativa, produtora de folhas para reprodutiva, produtora de panícula). O número total de folhas neste estágio já foi determinado e o tamanho potencial da panícula será brevemente definido. Cerca de 1/3 da área foliar está totalmente desenvolvido. As folhas são os principais órgãos fotossintéticos e a taxa de crescimento da planta depende da taxa de expansão da área foliar, como também da taxa de fotossíntese (MAGALHÃES *et al.*, 2000).

O número de folhas numa planta varia de 7 a 30. O comprimento da folha chega a mais de um metro e a largura varia de 0,5 a 15 cm. Os fatores que determinam o número de folhas no sorgo são: cultivar, fotoperíodo e temperatura (SILVA *et al.*, 2005).

A composição estrutural da planta de sorgo também é um ponto importante tanto para a produção quanto para a qualidade do alimento produzido. As panículas e as folhas são os componentes da planta que apresentam maiores coeficientes de digestibilidade e, teoricamente, uma maior digestibilidade total. As porcentagens de folha, colmo e panícula têm estreita ligação com a altura da planta. Genótipos mais altos atingirão maiores produtividades, porém, a porcentagem de colmo será alta em relação às folhas e panículas, comprometendo o valor nutritivo da planta e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (ZAGO, 1997).

Para Silva (1996), um dos problemas enfrentados no processo de colheita é o acamamento da forragem a ser utilizada, visto que encontrou correlação positiva entre altura das plantas e porcentagem de acamamento. Consoante esse autor, a possibilidade de acamamento é maior para genótipos forrageiros, tornando-se preocupante quando a densidade de plantio é muito alta.

#### **2.4 Características nutricionais do sorgo**

A qualidade do volumoso é dada pelo seu valor nutritivo, representado pela composição química do alimento, pela digestibilidade de

seus constituintes, consumo voluntário e desempenho do animal (MAGALHÃES *et al.*, 2005).

A qualidade e o valor nutritivo do sorgo dependem, fundamentalmente, da cultivar e manejo de plantio utilizados, do estágio de maturação no momento do corte e da natureza do processo fermentativo, o que refletirá diretamente na composição química e, conseqüentemente, no desempenho animal (BOTELHO, 2010).

O valor nutritivo das plantas é afetado por fatores fisiológicos, morfológicos e ambientais, sendo que, no caso das plantas forrageiras, o declínio do valor nutritivo associado ao aumento da idade, normalmente é explicado como o resultado da maturidade da planta e conseqüentemente aumento da lignificação, afetando a digestibilidade (VILELA *et al.*, 2005).

Independente dos níveis nutricionais da planta de sorgo em relação a outras forrageiras, dentro da espécie *Sorghum bicolor* existe variabilidade muito grande de composição devido aos muitos híbridos existentes e suas aptidões produtivas: grão, forrageiro, duplo propósito, sacarino e lignocelulósico. Portanto, diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos para caracterização do conteúdo nutricional desses diferentes híbridos (NEUMANN *et al.*, 2004).

Nos sorgos, o teor de matéria seca varia com a idade de corte e com a natureza do colmo da planta (CARVALHO *et al.*, 1992). Conforme Zago (1991), híbridos de sorgo com colmo seco, geralmente elevam o teor de matéria seca mais precocemente com a maturação. Esse autor encontrou para o sorgo AG 2002, de colmo succulento, 21,1; 24,9; 30,9 e 29,3 % de matéria seca nos estádios de grãos leitosos, pastosos, farináceos e duros, respectivamente. Já para o sorgo AG 2005E de colmo seco, 29,1; 33,4; 38,7 e 48,9 % de matéria seca respectivamente para os mesmos estádios citados anteriormente.

Pedreira *et al.* (2005), ao avaliarem oito híbridos de sorgo, constataram teores de matéria seca das plantas no momento do corte que variaram de 31,80 a 34,80 % de MS.

Skonieski *et al.* (2010), mensurando a produção e o valor nutritivo de genótipos de sorgo forrageiro e duplo propósito, registraram, para os materiais forrageiros, valor de 33,01 % de MS. Já para os materiais de duplo propósito observaram valor de 38,22 % de MS.

O maior conteúdo de proteína é uma característica altamente desejável para forrageiras utilizadas como alternativa em épocas secas do ano, já que o baixo conteúdo proteico tem sido um dos principais fatores responsáveis pela limitação na produção de ruminantes a pasto em regiões tropicais, por ser capaz de promover restrições sazonais no desempenho dos animais (RODRIGUES, 2000).

Segundo Van Soest (1994), o valor proteico de 6 % é o mínimo necessário para um bom desenvolvimento dos microrganismos ruminais, garantindo uma boa degradação do alimento ingerido. Os teores de proteína bruta (PB) das plantas de sorgo podem variar bastante, atingindo valores de 2,5 a 13,6 % (SOUZA *et al.*, 2003). Essas variações, consoante Gontijo Neto *et al.* (2002), são atribuídas a fatores como cultivares, estágios de maturação e adubação, entre outros. Von Pinho *et al.* (2007), avaliando a qualidade de genótipos de sorgo em função da época de semeadura, constataram 8,2 % de PB, para os genótipos de sorgo duplo propósito e; 7,1 % de PB para os genótipos forrageiros.

A determinação das frações fibrosas das plantas forrageiras se faz necessária devido à relação destes componentes com a regulação do consumo, digestibilidade, taxa de passagem e atividade de mastigação na alimentação de ruminantes. Se as dietas são ricas em fibra, a densidade de energia da dieta é baixa, o consumo é limitado pelo enchimento ruminal e o desempenho animal (produção de leite e balanço nos tecidos) decai. Em contrapartida, se as dietas apresentarem um baixo conteúdo de fibra, a fermentação ruminal é comprometida, pode haver a ocorrência de distúrbios alimentares como a acidose, o que levará a um comprometimento do desempenho e da saúde do animal (MERTENS, 1997).

A determinação dos teores das frações fibrosas é muito importante na caracterização do valor nutritivo das forragens. Tanto o teor de fibra em detergente ácido (FDA) quanto o de fibra em detergente neutro (FDN) são negativamente correlacionados com a digestibilidade e com o seu consumo (VAN SOEST, 1994). Dietas com elevada concentração de fibra, necessariamente, possuem baixa densidade energética e a repleção ruminal limita a ingestão, reduzindo o desempenho animal. Por outro lado, dietas com baixa concentração de fibra também podem resultar em menor ingestão total de matéria seca, uma vez que as exigências energéticas do animal são supridas em níveis mais baixos de ingestão (VAN SOEST, 1994).

Von Pinho *et al.* (2006), analisando as características nutricionais dos genótipos de sorgo AG1018 (granífero), DKB860 (granífero), AG2005E (duplo propósito), MASSA3 (duplo propósito), VOLUMAX (forrageiro) e BRS610 (forrageiro), relataram percentuais de FDN de 41,9; 47,2 e 50,1 %, respectivamente para os sorgos graníferos, duplos propósitos e forrageiros. Em relação aos percentuais de FDA, observaram-se valores de 30,1; 33,1 e 35,4 % para os sorgos graníferos, duplos propósitos e forrageiros, respectivamente. Resende *et al.* (2003) relataram valores de FDN na cultura de sorgo variando de 44,8 a 60,4 %.

Em conformidade com Cruz e Pereira Filho (2001), valores de FDN no volumoso inferiores a 50 % são mais desejáveis. De acordo com Van Soest (1991), teores de FDN superiores a 55 % da matéria seca estão negativamente correlacionados com o seu consumo e digestibilidade.

Em relação à FDA, um bom nível no alimento ocorre quando se tem valores inferiores a 30 % (CRUZ e PEREIRA FILHO, 2001). Resende *et al.* (2003) registraram valores de FDA variando de 26,5 a 40,6 % em determinados genótipos de sorgo.

Quanto aos componentes da parede celular, aumentos na porcentagem de hemicelulose, celulose e lignina, à medida que a planta envelhece são, em geral, inversamente correlacionados com a digestibilidade, resultando em diminuição do valor nutritivo e aumentos nas porcentagens de lignina nas

forrageiras, que são responsáveis por menores taxas de digestão dos componentes da parede celular (VAN SOEST, 1994).

Rodrigues Filho *et al.* (2006) avaliaram a composição bromatológica do híbrido AG 2005, cortado aos 97 dias, quando encerrava 35,90 % de matéria seca. O híbrido apresentou as seguintes características bromatológicas: 13,02 % de proteína bruta, 64,62 % de fibra em detergente neutro, 39,30 % de fibra em detergente ácido, 9,72 % de lignina, 25,32 % de hemicelulose e 10,38 % de carboidratos solúveis.

De acordo com o National Research Council (NRC, 2001), a proporção ideal de FDN dietética deve ser de 25 a 35 %. Abaixo do valor mínimo, poderá haver diminuição da gordura do leite, perda da motilidade intestinal e aumento na incidência de acidose.

## **2.5 Sorgo lignocelulósico**

Atualmente, está em desenvolvimento a tecnologia para a produção de etanol lignocelulósico, também denominada tecnologia de segunda geração de biocombustíveis. Neste caso, a matéria-prima a ser utilizada é a biomassa vegetal, que precisa passar por hidrólises para tornar os açúcares fermentescíveis, com vista à produção de biocombustível. Por se tratar de uma nova tecnologia de produção de biocombustível, é necessário avaliar e caracterizar biomassas vegetais visando ao fornecimento sustentável de matéria-prima para a produção de biocombustível lignocelulósico (MAY *et al.*, 2011).

O programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo está desenvolvendo cultivares de sorgo com alta produtividade de biomassa de qualidade visando ao fornecimento de matéria-prima para a produção de etanol de segunda geração, ou seja, etanol lignocelulósico. Neste caso, foram desenvolvidos e estão em avaliação híbridos de sorgo sensíveis ao fotoperiodismo, conhecidos como sorgo lignocelulósico ou sorgo energético. Estes híbridos, conhecidos como plantas perenes, podem crescer até 5-6

metros de altura, com alta eficiência hídrica e alto rendimento em biomassa (conteúdo de matéria seca). Esses materiais têm rápido estabelecimento, crescimento, estabilidade e não exigem grandes quantidades de fertilizantes, pesticidas e irrigação, têm alta eficiência fotossintética e alto potencial de produção de massa. As cultivares de sorgo lignocelulósico são capazes de produzir mais de cinco toneladas de matéria seca por mês por hectare, conforme o tipo de tecnologia utilizada, e com potencial de alcançar 50 toneladas de massa seca por ha ano<sup>-1</sup> (MAY *et al.*, 2011).

Ainda existe o potencial de utilização do sorgo lignocelulósico para a produção de energia através da queima em termoeletricas, visando à geração de vapor para a produção de energia elétrica, sendo uma fonte alternativa ao carvão vegetal, atualmente utilizado em larga escala. Outro potencial consumidor do sorgo lignocelulósico são as caldeiras de alta pressão instaladas em usinas de cana-de-açúcar, como alternativa para a cogeração de energia elétrica, sendo o excedente não utilizado pela agroindústria na produção do etanol distribuído pela rede comercial de energia elétrica no Brasil (MAY *et al.*, 2011).

O sorgo lignocelulósico é uma classificação para aqueles genótipos de sorgo forrageiro que apresentam elevada produção de biomassa, com elevadas concentrações de celulose, hemicelulose e lignina, e a biomassa pode ser utilizada para produção de etanol de segunda geração.

Com a nova perspectiva de ampliação do programa de bioenergia, e os avanços na tecnologia de produção de etanol a partir de biomassa vegetal, o sorgo figura como uma fonte promissora de matéria-prima para produção de etanol de segunda geração, por ser uma cultura totalmente mecanizada, com tecnologias disponíveis do plantio à colheita, cultura anual com propagação por sementes, concentra sua produção na entressafra da cana-de-açúcar, elevada produção de biomassa, tolerante a períodos de estiagem, ciclo curto, e outras características importantes que favorecem a redução do custo de produção da tonelada de biomassa vegetal.

Conforme Pacheco *et al.* (2012), o bagaço de sorgo apresenta-se como biomassa promissora para produção de etanol utilizando a estratégia de pré-tratamento, hidrólise enzimática e fermentação, pois fornece a maior concentração de celulose na biomassa pré-tratada, 95,4 %, e, por consequência apresenta também a maior conversão na hidrólise enzimática (superior a 98 %).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Nova Porteirinha/MG. As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de bromatologia da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, localizada no município de Janaúba/MG.

O clima da região é Aw tropical úmido (megatérmico) de savana com inverno seco e verão chuvoso conforme a Classificação Climática de Köppen (ANTUNES, 1979). O índice pluviométrico médio anual é de 800 milímetros. O solo é classificado como latossolo distrófico vermelho-amarelo, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos completos casualizados com três repetições, foram avaliados sete genótipos experimentais de sorgo lignocelulósico provenientes do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo, sendo os genótipos: CMSXS7014; CMSXS7019; CMSXS7007; CMSXS7008; CMSXS7002; CMSXS7015; CMSXS7018.

O preparo de solo foi realizado convencionalmente com uma aração e uma gradagem, sendo feita em seguida a semeadura. Os sete genótipos foram semeados no dia 23/11/2011, em 3 blocos, cada um constituído por 7 parcelas formadas por 6 fileiras com 5 metros de comprimento e 70 centímetros entre fileiras, foram semeadas 15 sementes por metro linear em cada parcela, cada genótipo foi considerado um tratamento, totalizando 7 tratamentos.

A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo e as exigências da cultura, onde foram utilizados 350 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-28-16 (NPK) + 0,5% de zinco no plantio e 150 kg ha<sup>-1</sup> de ureia em cobertura, 25 dias após a semeadura.



Foi utilizado herbicida à base de triazina, aplicado logo após o plantio com solo úmido. Para o controle de pragas, foi utilizado inseticida à base de deltametrina, na dosagem de 200 ml ha<sup>-1</sup>. A área experimental foi irrigada com sistema de irrigação por sulcos, foi adotada irrigação suplementar em função da evapotranspiração da cultura.

Foi realizado o desbaste de plantas com objetivo de manter a população próximo a 120.000 plantas por hectare.

As avaliações foram realizadas nas duas fileiras centrais de cada parcela, onde foram avaliados: o número de plantas acamadas, o estande final de plantas, altura das plantas, produção de matéria natural e produção dos componentes da planta (colmo, folha e panícula) na matéria natural.

O número de plantas acamadas, obtido pela contagem, na área útil da parcela, das plantas que apresentavam um ângulo de inclinação maior que 45° em relação ao eixo vertical, cujos valores foram transformados em porcentagem de plantas acamadas.

O estande final de plantas, representado pelo número de plantas na área útil da parcela, foi estimado em número de plantas por hectare.

A produção de matéria verde foi obtida a partir da pesagem de todas as plantas da área útil da parcela, realizada após o corte.

Para a determinação da produtividade de matéria natural dos componentes da planta (colmo, folha e panícula), foram selecionadas ao acaso as plantas contidas em um metro linear de cada fileira em cada parcela, que foram divididas nas frações colmo, folha e panícula sendo feita a pesagem dessas frações separadamente.

A altura de planta foi mensurada nas plantas contidas em um metro linear de cada fileira na área útil da parcela, da extremidade superior da panícula até o solo, com auxílio de uma régua graduada, após o florescimento da planta.

A colheita foi realizada manualmente, cortando as plantas a uma altura de 10 centímetros do solo quando 70 % das plantas apresentaram o grão no estágio pastoso/farináceo, sendo que a colheita foi apenas na área útil

da parcela. As plantas foram contadas (para estimativa da densidade de plantas por hectare) e pesadas (para estimativa de produção de matéria natural) em uma balança com carga máxima de 100 kg e precisão de 100 gramas.

Foram realizadas amostragem dos colmos, das folhas e das panículas. Esses materiais foram colocados em bandeja de alumínio, em que foi feita a pesagem dessas frações separadamente e depois feito o processamento em um desintegrador, com objetivo de reduzir o tamanho das partículas e, assim, otimizar a secagem da amostra. Em seguida foram retiradas subamostras que foram pesadas e devidamente identificadas, as amostras foram enviadas ao laboratório de Bromatologia da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), campus Janaúba-MG. No laboratório, foram pesadas e posteriormente pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas. As amostras pré-secas foram moídas em moinho estacionário, tipo *Willey*, com peneira de malha de 1 mm, em seguida foram retiradas subamostras que foram pesadas, devidamente identificadas e guardadas em vidros com tampa, para posteriores análises.

Os resultados do teor de matéria seca foram utilizados para o cálculo da produção de matéria seca por hectare e para quantificação dos componentes da planta (colmo, folha e panícula) com base na matéria seca.

Com uma subamostra foi determinada a matéria seca definitiva a 105 °C durante 16 horas, segundo o método descrito por Silva & Queiroz (2006), assim como a determinação da matéria mineral.

Foram realizadas determinações de proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldhal (AOAC, 1995), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) pelo método sequencial descrito por Van Soest *et al.* (1991).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote estatístico SAEG (2000), e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade. O modelo estatístico utilizado foi:

$Y_{ik} = \mu + G_i + B_k + e_{ik}$ , em que:

$Y_{ik}$  = valor observado ao genótipo  $i$ , submetido ao bloco  $k$ ;

$\mu$  = média geral;

$G_i$  = efeito do genótipo  $i$ , com  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ ;

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

$e_{ik}$  = o erro experimental associado aos valores observados ( $Y_{ik}$ ) que

por hipótese tem média zero e variância  $\sigma^2$ .

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de matéria natural (PMN) e de matéria seca (PMS), e o teor de matéria seca (MS) foram influenciados pelos genótipos (Tabela 1). Os genótipos CMSXS7002 e CMSXS7015 apresentaram as maiores produtividades de matéria natural e matéria seca, com 88,72 e 28,79 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para o genótipo CMSXS7002, e 91,57 e 25,52 t ha<sup>-1</sup> de matéria natural e matéria seca, respectivamente, para o genótipo CMSXS7015.

Os genótipos CMSXS7002 e CMSXS7019 apresentaram os maiores percentuais de matéria seca, com 32,34 % e 31,91 %, respectivamente.

**TABELA 1.** Produtividade de matéria natural (PMN), percentual de matéria seca (MS) e produtividade de matéria seca (PMS) de genótipos de sorgo lignocelulósico

<b>Genótipos</b>	<b>PMN (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>MS (%)</b>	<b>PMS (t ha<sup>-1</sup>)</b>
CMSXS7002	88,72 a	32,34 a	28,79 a
CMSXS7015	91,57 a	27,86 c	25,52 a
CMSXS7014	78,76 b	28,48 c	22,44 b
CMSXS7018	71,90 b	30,17 b	21,70 b
CMSXS7008	68,52 b	31,05 b	21,25 b
CMSXS7007	75,48 b	28,86 c	21,18 b
CMSXS7019	58,86 b	31,91 a	18,75 b
<b>Média</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>
<b>CV (%)</b>	<b>9,42</b>	<b>2,48</b>	<b>10,95</b>

Médias com mesma letra minúscula na vertical pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott em nível de 5 % de probabilidade.

As produtividades de matéria natural e matéria seca são parâmetros fundamentais na escolha de genótipos de sorgo. Os materiais genéticos lignocelulósicos são altamente produtivos, entretanto, devemos destacar que

o parâmetro percentual de matéria seca também deve ser observado, já que todos os genótipos cultivados foram colhidos em uma mesma época, e, ainda assim, foram observadas diferenças significativas para o percentual de matéria seca. Pode-se concluir que os genótipos com maiores percentuais de matéria seca são mais adequados ao sistema produtivo, pois não é interessante a colheita, o transporte, o beneficiamento e a armazenagem de materiais com elevados teores de água, por aumentar os custos de produção e reduzir o rendimento e a eficiência do processo produtivo.

Observa-se elevada produtividade de matéria natural e matéria seca para os genótipos CMSXS7002 e CMSXS7015, o que justifica o seu potencial para utilização na alimentação de ruminantes em regiões onde a oferta de alimentos é escassa.

O teor de matéria seca do genótipo CMSXS7002, acima de 30 %, aliado a sua elevada produtividade de matéria natural abre a possibilidade de sua utilização na produção de silagem, já que esta é uma ótima alternativa para conservação de forragem.

Os critérios para desenvolvimento e, ou, seleção de materiais genéticos de sorgo para a alimentação de ruminantes não devem se limitar apenas às características fenotípicas dos materiais, mas considerar a eficiência alimentar e a resposta econômica dos animais, frente às suas exigências nutricionais. Para tanto, materiais com elevadas produtividades e baixa qualidade podem ser interessantes para constituir dietas de ruminantes, visto que pode-se conseguir alimentos com menor custo por unidade produzida.

Chiesa *et al.* (2008), avaliando os aspectos agronômicos de híbridos de sorgo forrageiro para silagem, encontraram para os híbridos BR 101 e AG 60298 produções de matéria seca de 29,96 e 26,44 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto as produções de matéria natural ficaram em 83,20 e 39,69 t ha<sup>-1</sup>, para os híbridos BR 101 e AG 60298, respectivamente.

Segundo Cunha & Lima (2010), a alta produção de matéria verde e matéria seca e o elevado percentual de sobrevivência do sorgo justificam a sua utilização na alimentação de ruminantes.

Oliveira *et al.* (2002), testando diferentes cultivares de sorgo forrageiro, certificaram produções de matéria seca de 29,22 e 28,47 t ha<sup>-1</sup> para as cultivares AG 2002 e Volumax, respectivamente, no município de Lavras/MG.

Consoante Neumann *et al.* (2010), os fatores híbrido e idade da planta interagem sobre a produção de matéria seca e teores de matéria seca, o que pode ter ocorrido no presente trabalho, uma vez que os teores de matéria seca variaram entre os genótipos avaliados. Portanto, torna-se necessário avaliar cada híbrido para definição da idade em que a planta deve ser colhida em função do objetivo da colheita, para se obter maiores ou menores teores de matéria seca.

Cunha & Lima (2010) encontraram produção de matéria verde igual a 68,10t ha<sup>-1</sup> para o genótipo de sorgo forrageiro 80Ca84-01Ca87-B1SB88-BCa89, e produção de matéria seca de 20,80t ha<sup>-1</sup>, para o mesmo genótipo. Rodrigues Filho *et al.* (2006), avaliando quatro híbridos de sorgo forrageiro, reportaram para o híbrido BR 506 produção de MN igual a 67,56 t ha<sup>-1</sup>, produção de MS de 16,38 t ha<sup>-1</sup>, e teor de matéria seca de 24,82 %, em cultivo de sequeiro.

Silva *et al.* (2005), avaliando cultivares de sorgo forrageiro em diferentes épocas de semeadura, constataram para a cultivar BR 506 o rendimento de matéria seca de 30,95t ha<sup>-1</sup>, quando semeada no mês de outubro.

Aguiar *et al.* (2006) relataram valor de MS igual a 26,51 % para o sorgo forrageiro IPA-467-4-2. Neste trabalho os valores de MS % apresentaram média de 29,98 %. Ribeiro *et al.* (2007) registraram valores de MS entre 26,03 e 37,51 %, com média igual a 31,17 %, para genótipos de sorgo forrageiro.

Albuquerque *et al.* (2011), analisando genótipos de sorgo forrageiro, encontraram PMS entre 18,31 a 21,06 t ha<sup>-1</sup>, em condições de sequeiro no semiárido da região Norte de Minas Gerais. Para a cultivar de sorgo forrageiro SHS 500, a PMS chegou a 28,66 t ha<sup>-1</sup>.

Segundo Neumann *et al.* (2010), o teor de matéria seca de 27,86 % na planta inteira do híbrido de sorgo forrageiro AG 2501C ocorre aos 145 dias após a emergência das plantas. Vieira *et al.* (2004), testando híbridos de sorgo forrageiro para silagem, verificaram teor de matéria seca na planta do híbrido BR 601 igual a 30,94 %.

A altura média das plantas (AP), o número médio de plantas por hectare (NP) e o percentual de acamamento (ACAM) não foram influenciados pelos genótipos (Tabela 2).

**TABELA 2.** Altura média das plantas (AP), número médio de plantas por hectare (NP), percentual de acamamento (ACAM), com respectivas médias e coeficientes de variação

<b>Genótipos</b>	<b>AP (metros)</b>	<b>NP (mil plantas)</b>	<b>ACAM (%)</b>
CMSXS7002	5,40 a	119,52 a	5,06 a
CMSXS7015	5,13 a	121,90 a	8,49 a
CMSXS7014	5,10 a	120,00 a	26,28 a
CMSXS7018	5,37 a	123,33 a	11,55 a
CMSXS7008	4,60 a	133,81 a	39,16 a
CMSXS7007	5,30 a	115,71 a	42,18 a
CMSXS7019	4,67 a	114,28 a	16,92 a
<b>Média</b>	<b>5,08</b>	<b>121,22</b>	<b>21,38</b>
<b>CV (%)</b>	<b>7,16</b>	<b>9,97</b>	<b>129,45</b>

Médias com mesma letra minúscula na vertical pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott em nível de 5 % de probabilidade.

Para a variável AP, encontramos o valor médio de 5,08 metros, observa-se que os materiais lignocelulósicos são de porte elevado, e entre estes genótipos não foi observada diferença significativa. A elevada altura das plantas de sorgo justificam suas elevadas produtividades. Com a

constante busca por maximização da produtividade por área, a utilização de plantas de porte elevado traz grandes resultados, pois se consegue um incremento em produtividade à medida que a planta aumenta a sua altura.

Para a variável NP, o valor médio encontrado foi de 121,22 mil plantas por hectare. Ressalta-se que foi realizado o desbaste de plantas; entretanto, algumas plantas perfilharam, daí a variação no estande de plantas. Realizar novos estudos com variações na população de plantas por área é fundamental para se conseguir um estande de plantas em que haja as maiores produtividades e também a melhor qualidade do alimento produzido.

Para a variável ACAM, o valor médio encontrado foi de 21,38%, observam-se altos valores de acamamento, o que ocorre devido à altura das plantas. A seleção dos genótipos superiores deve ser realizada com vista a melhorar os materiais para que menores percentuais de acamamento ocorram, as plantas acamadas representam as perdas do sistema de produção, porque as colhedoras não conseguem colhê-las e a colheita manual fica onerosa e em grandes áreas é impossível de ser realizada.

Conforme Neumann *et al.* (2002b), a altura da planta pode determinar o potencial produtivo do híbrido de sorgo e também a produtividade de matéria natural e matéria seca. Para Cunha & Lima (2010), a altura da planta pode ser utilizada como critério de seleção para melhoria indireta da produção de matérias verde e seca.

Cunha & Lima (2010) reportaram altura da planta igual a 3,83 metros para o genótipo forrageiro 46-Ca84-BCa87-B2SB88-BCa89. Von Pinho *et al.* (2007) relataram porcentagem de acamamento igual a 34,17 % para o grupo de sorgo forrageiro avaliado em diferentes épocas de semeadura.

Von Pinho *et al.* (2006), avaliando a influência da altura de corte das plantas, encontraram percentual de acamamento de 17,4 % para o grupo do sorgo forrageiro.

Rocha Júnior *et al.* (2000), analisando genótipos de sorgo forrageiro para produção de silagem, constataram 21,3 % de acamamento para o genótipo CMSXS607, com altura de 3,13 metros. Ainda segundo Rocha



Júnior *et al.* (2000), a altura da planta apresenta correlação significativa com a produção de matéria seca, com a proporção de colmo e com a porcentagem de acamamento.

Com relação aos componentes da planta (colmo, folha e panícula), na matéria seca não foi observado diferença para os genótipos avaliados (TABELA 3). As médias observadas para os componentes colmo, folha e panícula foram de 78,84 %; 15,80 % e 5,36 %, respectivamente, com predominância do componente colmo sobre as outras frações da planta.

**TABELA 3.** Proporções percentuais de colmo, folha, panícula, na matéria seca (MS), com respectivas médias e coeficientes de variação (CV)

<b>Genótipos</b>	<b>Colmo (%)</b>	<b>Folha (%)</b>	<b>Panícula (%)</b>
CMSXS7002	70,36a	23,40a	6,24a
CMSXS7015	82,41a	14,55a	3,05a
CMSXS7014	85,02a	12,53a	2,45a
CMSXS7018	80,60a	14,81a	4,59a
CMSXS7008	80,07a	12,59a	7,34a
CMSXS7007	83,49a	13,47a	3,03a
CMSXS7019	69,91a	19,30a	10,79a
<b>Média</b>	<b>78,84</b>	<b>15,80</b>	<b>5,36</b>
<b>CV (%)</b>	<b>10,99</b>	<b>41,67</b>	<b>50,04</b>

Médias com mesma letra minúscula na vertical pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott em nível de 5 % de probabilidade.

As proporções entre colmo, folha e panícula são um indicador do valor nutritivo da planta e a variação dessas proporções decorre da grande variabilidade genética dos materiais.

Por suas características fenotípicas, os genótipos de sorgo lignocelulósicos apresentam maiores proporções do componente colmo, seguido do componente folha e, por último, o componente panícula, que apresenta as menores participações percentuais.

Aumentos na densidade de plantas podem provocar redução na proporção de colmo desses genótipos e, conseqüentemente, aumentar a proporção de folhas, uma alternativa que deve ser testada em novos experimentos.

A composição química das plantas deve ser entendida como o resultado da proporção de colmo, folha e panícula e da composição química dessas frações. Assim, a composição química da fração que prevalecer no material irá exercer maior influência na composição química da planta inteira.

Foi constatado por Silva *et al.* (2005) que há relação inversa entre o rendimento de matéria seca e a percentagem de folhas, portanto, os cultivares de sorgo que apresentam menores percentuais de folhas, apresentam os maiores rendimentos de matéria seca.

De acordo com Silva *et al.* (2007), as diferenças entre genótipos quanto ao fracionamento em folhas e colmos não são influenciadas pelos ambientes de cultivo. Dessa forma, não se verifica a presença da interação genótipo x ambiente.

Chiesa *et al.* (2008), avaliando a composição física percentual na matéria seca de colmo, folha e panícula de diferentes híbridos de sorgo forrageiro, encontraram para o híbrido AG 60298 a proporção de 59,59 % de colmo, 11,86 % de folha e 1,57 % de panícula na matéria seca.

Rocha Júnior *et al.* (2000), analisando genótipos de sorgo forrageiro para produção de silagem, reportaram a seguinte proporção de colmo, folha e panícula na matéria seca do genótipo CMSX607: 83,90; 6,8 e 9,3 %, respectivamente.

Neumann *et al.* (2002b) constataram para o híbrido forrageiro AG-2002 a seguinte composição da planta com base na matéria seca: 56,8 %; 18,9 %; 24,3 %, para colmo, folha e panícula, respectivamente.

Segundo Neumann *et al.* (2010), os fatores híbrido e idade da planta interagem sobre a participação de colmo e de folhas na planta.

Oliveira *et al.* (2005) afirmam que a altura da planta irá refletir na proporção entre seus componentes; logo, plantas de porte alto irão apresentar maior proporção de colmo. Isso confirma o que aconteceu neste trabalho, cujas plantas apresentaram uma altura média de 5,08 metros (Tabela 2) e uma proporção média de colmo igual a 78,84 na matéria seca.

Os teores de matéria mineral, proteína bruta e fibra em detergente neutro não foram influenciados pelos genótipos, sendo observado efeito apenas para fibra em detergente ácido (Tabela 4). Os maiores teores de FDA foram verificados nos genótipos CMSXS7008, CMSXS7007, CMSXS7014 e CMSXS7015.

**TABELA 4.** Teores médios de matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), na matéria seca da planta inteira, com respectivas médias e coeficientes de variação (CV)

<b>Genótipos</b>	<b>MM (%)</b>	<b>PB (%)</b>	<b>FDN (%)</b>	<b>FDA (%)</b>
CMSXS7002	4,24a	5,36a	66,51a	38,91b
CMSXS7015	3,93a	4,83a	64,82a	42,14a
CMSXS7014	3,77a	4,61a	67,05a	42,89a
CMSXS7018	3,85a	5,05a	68,93a	39,39b
CMSXS7008	3,76a	5,18a	66,01a	44,18a
CMSXS7007	3,99a	4,83a	70,16a	44,12a
CMSXS7019	4,22a	5,60a	65,13a	39,91b
<b>Média</b>	<b>3,96</b>	<b>5,07</b>	<b>66,94</b>	<b>- - -</b>
<b>CV (%)</b>	<b>10,16</b>	<b>8,99</b>	<b>3,64</b>	<b>5,12</b>

Médias com mesma letra minúscula na vertical pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott em nível de 5 % de probabilidade.

Os teores médios de MM, PB e FDN da planta inteira foram 3,96 %; 5,07 % e 66,94 %. Consoante Neumann *et al.* (2010), os fatores híbrido e data de avaliação interagem sobre os teores de PB e de FDN da planta inteira.

Chiesa *et al.* (2008), avaliando a composição química de híbridos de sorgo forrageiro, descreveram para o híbrido AG 60298 concentração de matéria mineral de 5,55 %.

Pedreira *et al.* (2003), analisando a composição bromatológica da planta inteira do híbrido forrageiro 698007, encontraram o teor de MM igual a 4,0 %. Aguiar *et al.* (2006) verificaram valor de MM igual a 8,45 %.

Von Pinho *et al.* (2007) registraram teores de PB de 7,1 % para o sorgo forrageiro. Rodrigues Filho *et al.* (2006), avaliando quatro híbridos de sorgo forrageiro, reportaram para o híbrido BR 506 teor de PB igual a 4,85%. Segundo o autor, híbridos de sorgo com maior potencial produtivo, maiores produtividades de matéria seca, apresentam baixos teores de PB na composição da planta inteira.

Pesce *et al.* (2000), testando vinte genótipos de sorgo forrageiro, relataram concentrações de proteína bruta entre 6,9 e 8,5 %, com média de 7,7 %. Chiesa *et al.* (2008), avaliando a composição química de híbridos de sorgo forrageiro, descreveram para o híbrido AG 60298 concentração de PB de 6,64 %. Pedreira *et al.* (2003), analisando a composição bromatológica da planta inteira do híbrido forrageiro 698007, constataram concentração de PB de 7,1 %. Vieira *et al.* (2004), avaliando híbridos de sorgo forrageiro para silagem, encontraram teor de PB igual a 5,91 % para o híbrido BR 601.

Chiesa *et al.* (2008), analisando a composição química de híbridos de sorgo forrageiro descreveram para o híbrido AG 60298 concentração de FDN de 60,56 %, teor de FDA de 40,96 %. Albuquerque *et al.* (2011) encontraram, para diferentes genótipos de sorgo forrageiro, teores de FDN entre 49,96 e 62,53 % e as concentrações de FDA entre 28,83 e 38,37 %.

Montagner *et al.* (2005) observaram teor de FDN, para o híbrido de sorgo forrageiro BR 800, igual a 67,08 % no primeiro corte. Pedreira *et al.* (2005) reportaram teores de FDN e FDA, para o híbrido de sorgo BR forrageiro 700, iguais a 59,74 e 33,11 %, respectivamente.

Pedreira *et al.* (2003), analisando a composição bromatológica da planta inteira do híbrido forrageiro 698007, relataram os seguintes valores: concentração de FDN igual a 70,3 % e teor de FDA igual a 36,0 %.

Avaliando seis híbridos de sorgo forrageiro, sob diferentes épocas de corte, Penna *et al.* (2010) encontraram teor de FDN igual a 58,33 % e de FDA igual a 36,80 % para o híbrido BRS 800.

Gontijo *et al.* (2008), estudando seis genótipos de sorgo forrageiro em diferentes cortes, verificaram teores de FDN e FDA na planta iguais a 58,33 e 36,80 %, respectivamente, para o híbrido BRS 800. Já Vieira *et al.* (2004), avaliando híbridos de sorgo forrageiro para silagem, encontraram concentrações de FDN e FDA de 64,67 e 31,17 % para o híbrido BR 701.

Os teores de MS da fração colmo diferiram entre os genótipos avaliados. Contudo, os teores de MM, PB, FDN e FDA no colmo não foram influenciados pelos genótipos de sorgo avaliados (TABELA 5).

Os genótipos CMSXS7002, CMSXS7019, CMSXS7008 e CMSXS7018 apresentaram valores de MS de colmo superiores aos demais genótipos, os quais foram iguais a 30,65 %; 29,53 %; 29,34 % e 28,67 %, respectivamente.

Os valores médios de MM encontrados foram iguais a 3,51 %; para a PB, os teores foram de 3,94 %, para a FDN, a média geral foi de 68,34 %, e para a FDA, a média geral foi 44,75 %.

Segundo Neumann *et al.* (2010), os fatores híbrido e idade da planta interagem sobre os teores de matéria seca, PB e FDN do colmo. Entretanto, não há interação entre o híbrido e a idade da planta para o teor de FDA do colmo.

Neumann *et al.* (2002a) relataram teores de MS do colmo variando de 23,04 % a 33,35 %, com média de 28,46 %, para diferentes genótipos de sorgo forrageiro. Do mesmo modo, Neumann *et al.* (2008), estudando o efeito da densidade de plantas no sorgo forrageiro AG-2501C, encontraram teor de MS no colmo igual a 25,12 % para densidade de 600 mil plantas por hectare.

**TABELA 5.** Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) da matéria seca do colmo, com respectivas médias e coeficientes de variação (CV)

<b>Genótipos</b>	<b>MS (%)</b>	<b>MM (%)</b>	<b>PB (%)</b>	<b>FDN (%)</b>	<b>FDA (%)</b>
CMSXS7002	30,65a	3,61a	3,95a	68,08a	42,89a
CMSXS7015	26,95b	3,47a	3,84a	65,55a	44,34a
CMSXS7014	28,13b	3,38a	3,80a	67,35a	45,04a
CMSXS7018	28,67a	3,32a	3,99a	70,15a	41,62a
CMSXS7008	29,34a	3,33a	4,09a	68,21a	48,16a
CMSXS7007	27,10b	3,63a	3,96a	71,35a	46,75a
CMSXS7019	29,53a	3,84a	3,94a	67,69a	44,47a
<b>Média</b>	<b>- - -</b>	<b>3,51</b>	<b>3,94</b>	<b>68,34</b>	<b>44,75</b>
<b>CV (%)</b>	<b>2,55</b>	<b>10,36</b>	<b>7,37</b>	<b>4,63</b>	<b>7,30</b>

Médias com mesma letra minúscula na vertical pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott em nível de 5 % de probabilidade.

Pedreira *et al.* (2003) reportaram a composição do colmo do híbrido forrageiro MASSA-03, com 27,5 % de matéria seca e com 2,6 % de MM.

Neumann *et al.* (2008), estudando o efeito da densidade de plantas no sorgo forrageiro AG-2501C, encontraram teor de PB no colmo igual a 5,28 % para densidade de plantas de 450 mil plantas por hectare. Pedreira *et al.* (2005), avaliando a composição química do colmo do híbrido de sorgo forrageiro 698007, encontraram concentração de PB igual a 3,19 %. Mello *et al.* (2003) relataram valor igual a 4,05 % de PB para o colmo do híbrido de sorgo forrageiro AG-2501C.

Neumann *et al.* (2008), estudando o efeito da densidade de plantas no sorgo forrageiro AG-2501C, registraram teores de FDN e FDA no colmo de 68,65 e 40,94 %, respectivamente para densidade de 300 mil plantas por hectare.

Pedreira *et al.* (2005), avaliando a composição química do colmo do híbrido de sorgo forrageiro 698007, encontraram teores de FDN e FDA de 81,28 e 51,31 %, respectivamente.

Neumann *et al.* (2002a) verificaram, para a concentração de FDA do colmo de híbridos de sorgo forrageiro, valor médio de 38,56 %.

Mello *et al.* (2003) reportaram, para o colmo do híbrido de sorgo forrageiro AG-2501C, os teores de FDN e FDA em 69,58 e 41,07 %, respectivamente.

Houve variação nos teores de MS e FDN da folha dos genótipos de sorgo (TABELA 6), já os teores de MM, PB e FDA não foram influenciados.

**TABELA 6.** Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) da matéria seca da folha, com respectivas médias e coeficientes de variação (CV)

<b>Genótipos</b>	<b>MS (%)</b>	<b>MM (%)</b>	<b>PB (%)</b>	<b>FDN (%)</b>	<b>FDA (%)</b>
CMSXS7002	32,03a	6,41a	8,74a	69,67a	34,99a
CMSXS7015	28,00c	6,65a	9,51a	66,56b	34,11a
CMSXS7014	27,14d	6,65a	9,22a	70,27a	33,19a
CMSXS7018	31,90a	6,97a	9,67a	70,82a	33,10a
CMSXS7008	30,54b	6,78a	9,83a	68,38b	32,52a
CMSXS7007	29,38c	6,41a	9,10a	70,04a	33,80a
CMSXS7019	30,73b	6,39a	9,68a	70,47a	31,65a
<b>Média</b>	<b>- - -</b>	<b>6,61</b>	<b>9,39</b>	<b>- - -</b>	<b>33,38</b>
<b>CV (%)</b>	<b>2,05</b>	<b>7,19</b>	<b>4,64</b>	<b>1,91</b>	<b>7,55</b>

Médias com mesma letra minúscula na vertical pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott em nível de 5 % de probabilidade.

O maior valor de MS foi constatado no genótipo CMSXS7002, com valor igual a 32,03 %, já o menor valor foi encontrado no genótipo CMSXS7014, com valor de 27,14 %.

Para os teores de FDN, observa-se que os genótipos CMSXS7018, CMSXS7019, CMSXS7014, CMSXS7007 e CMSXS7002 apresentaram teores superiores aos demais genótipos, sendo os valores iguais a 70,82 %; 70,47 %; 70,27 %; 70,04 % e 69,67 %, respectivamente.

Para os teores de MM, observamos que a média geral foi igual a 6,61 %. Para os percentuais de PB, o valor da média geral foi 9,39 % e para a FDA a média geral foi 33,38 %.

Segundo Neumann *et al.* (2010), os fatores híbrido e data de avaliação interagem sobre os teores de matéria seca, PB e FDN da folha. E não há interação entre o híbrido e a idade da planta para o teor de FDA da folha.

Consoante Neumann *et al.* (2010), teor de matéria seca de 29,69 % na folha do híbrido forrageiro BR-800 ocorre aos 145 dias após a emergência das plantas. Pedreira *et al.* (2003), analisando a composição química da folha do híbrido forrageiro BR-700, descreveram o valor de 38,8 % de MS. Por outro lado, Neumann *et al.* (2002a) encontraram média de MS, para híbridos de sorgo forrageiro, igual a 30,01 %. Também Neumann *et al.* (2008), estudando o efeito da densidade de plantas no sorgo forrageiro AG-2501C, reportaram teor de MS na folha igual a 28,29 % para densidade de 300 mil plantas por hectare.

Pedreira *et al.* (2003), analisando a composição química da folha do híbrido forrageiro BR-700, encontraram o valor de 4,5 % de MM. Pedreira *et al.* (2005), testando diferentes híbridos e avaliando a composição química de seus constituintes, encontraram a seguinte composição para a folha do híbrido forrageiro MASSA 03, proteína bruta igual a 9,48 %.

Neumann *et al.* (2002a) constataram, para PB, os teores de 3,50 % a 6,72 %. Pedreira *et al.* (2003), analisando a composição química da folha do híbrido forrageiro BR-700, descreveram o valor de 6,6 % de PB.

Neumann *et al.* (2008), estudando o efeito da densidade de plantas no sorgo forrageiro AG-2501C, encontraram teores de FDN e FDA da folha de 70,70 e 33,85 %, respectivamente para densidade de 300 mil plantas por hectare. Pedreira *et al.* (2005), testando diferentes híbridos e avaliando a composição química de seus constituintes, constataram a seguinte composição para a folha do híbrido forrageiro MASSA 03, FDN de 69,08 % e FDA de 38,72 %. Por outro lado, Pedreira *et al.* (2003), analisando a



composição química da folha do híbrido forrageiro BR-700, descreveu o valor de 72,40 % de FDN e 42,14 % de FDA.

Houve influência dos genótipos apenas sobre os teores de MS da panícula, não havendo influência nas concentrações de MM, PB, FDN, FDA (TABELA 7). Os genótipos CMSXS7002, CMSXS7018, CMSXS7008 e CMSXS7019 apresentaram teores de MS superiores aos demais genótipos avaliados, com valores de 51,17 %; 51,09 %; 50,29 % e 49,50 %, respectivamente.

**TABELA 7.** Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) da matéria seca da panícula, com respectivas médias e coeficientes de variação (CV)

<b>Genótipos</b>	<b>MS (%)</b>	<b>MM (%)</b>	<b>PB (%)</b>	<b>FDN (%)</b>	<b>FDA (%)</b>
CMSXS7002	51,17a	2,98 a	8,88a	39,70a	20,12 a
CMSXS7015	46,91b	3,14 a	9,05a	37,43a	19,91 a
CMSXS7014	47,52b	2,98 a	8,90a	41,61a	19,42 a
CMSXS7018	51,09a	3,09 a	8,76a	42,12a	20,84 a
CMSXS7008	50,29a	3,48 a	9,09a	38,47a	21,87 a
CMSXS7007	48,47b	3,05 a	9,25a	38,47a	17,73 a
CMSXS7019	49,50a	2,93 a	9,03a	39,32a	18,35 a
<b>Média</b>	<b>- - -</b>	<b>3,09</b>	<b>8,99</b>	<b>39,59</b>	<b>19,75</b>
<b>CV (%)</b>	<b>1,85</b>	<b>6,30</b>	<b>4,14</b>	<b>10,28</b>	<b>12,10</b>

Médias com mesma letra minúscula na vertical pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott em nível de 5 % de probabilidade.

A média geral para MM foi de 3,09 %, para PB encontramos a média geral de 8,99 %, para FDN a média foi de 39,59 % e para FDA, a média foi de 19,75%.

Neumann *et al.* (2002a) descreveram valores de MS para o componente panícula de híbridos de sorgo forrageiro variando entre 45,72 % e 55,74 % com média em 49,99 %. Para Pedreira *et al.* (2003), o híbrido de sorgo forrageiro AG-2005 apresentou 49,8 % de MS. Para os teores de PB da

panícula de híbridos de sorgo forrageiro, Neumann *et al.* (2002a) encontraram a média de 7,62 %.

Pedreira *et al.* (2005), quando avaliaram a composição química da panícula do híbrido de sorgo forrageiro AG 2005, descreveram valores de 9,74 para a concentração de PB.

Pedreira *et al.* (2005), quando analisaram a composição química da panícula do híbrido de sorgo forrageiro AG 2005, descreveram valores de 40,02 e 17,43% para as concentrações de FDN e FDA, respectivamente. Para os percentuais de FDN da panícula, Neumann *et al.* (2002a) encontraram valores entre 22,42 % e 39,30 %, para híbridos de sorgo forrageiro.

Neumann *et al.* (2002a) verificaram valores de FDA para o componente panícula de híbridos de sorgo forrageiro variando entre 6,88 % e 14,79 %. No presente trabalho, encontramos teores de FDA da panícula de genótipos de sorgo com média de 19,75 % (TABELA 7).

Para Pedreira *et al.* (2003), o híbrido de sorgo forrageiro AG-2005 apresentou a seguinte composição bromatológica: 3,8 % de MM, 7,1 % de PB, 54,3 % de FDN e 27,4 % de FDA.

Os resultados deste trabalho também demonstram a variabilidade dentro de cada componente da planta e entre os genótipos avaliados dos teores de MS, sugerindo que a seleção dos genótipos pode ser realizada para se conseguir genótipos com elevados teores de MS e maior concentração de nutrientes, o que é fundamental para a nutrição animal.

De maneira geral, houve pouca variação quanto às características de composição química dos genótipos avaliados neste trabalho, o que sugere a busca por novos cruzamentos entre linhagens diferentes para que se obtenha maior variabilidade genética.

## **5 CONCLUSÃO**

O genótipo CMSXS7002 foi superior aos demais avaliados por apresentar maior produtividade de matéria seca, maior teor de matéria seca e menores teores de FDA na composição química da planta inteira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E. M. *et al.* Rendimento e composição químico-bromatológica de fenos triturados de gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 35, n. 6, p. 2226-2233, 2006.

ALBUQUERQUE, C. J. B. *et al.* Espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura do sorgo forrageiro para a região norte de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 35, n. 3, p. 494-501, maio/jun., 2011.

ANTUNES, F. Z. Tecnologia para cultura do sorgo. Exigências climáticas para a cultura do sorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v. 5, n. 56, p. 6-12, 1979.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS- AOAC. **Official methods of analysis**. 16<sup>th</sup> ed. Washington-DC: AOAC, 1995. 2000 p.

BORGES, I. D. *et al.* Caracterização do caldo extraído dos colmos da cultivar de sorgo sacarino BRS 506 (*Sorghum bicolor* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28, 2010, Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. CD-ROM.

BOTELHO, P. R. F. *et al.* Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 9, n. 3, p. 287-297, 2010.

CAMACHO, R. *et al.* Vegetative growth of grain sorghum in response to phosphorus nutrition. **Scientia Agrícola**, Piracicaba-SP, v. 59, n. 4, p. 771-776, 2002.

CARVALHO, D. D. *et al.* Estádio de maturação e qualidade de sorgo. I. Produção de matéria seca e de proteína bruta. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa-SP, v. 49, n. 2, p. 91-99, 1992.

CHIESA, E. D. *et al.* Aspectos agronômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados.

**Revista Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá-PR, v. 30, n. 1, p. 67-73, 2008.

COMPTON L. P. **Agronomía del sorgo** Hyderabad, India: ICRISAT, 1990, 301 p.

COSTA, R. C. L.; OLIVEIRA NETO, C. F.; FREITAS, J. M. N. Potencial nutritivo da silagem de sorgo. In: **WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO DE SILAGEM NA AMAZÔNIA**, 1., 2004, Belém. **Anais...** Belém: Universidade Federal Rural, 2004, p. 9-27.

COSTA, K. A. P. *et al.* Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p. 11-37.  
CUNHA, E. E.; LIMA, J. M. P. Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 39, n. 4, p. 701-706, 2010.

DEMARCHI, J. J. A. A.; BOIN, C.; BRAUN, G. A. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagem de alta qualidade. **Zootecnia**, Nova Odessa-SP, v. 33, n. 3, p. 111-136, 1995.

DUARTE, J. O. **Sorgo – Aspectos econômicos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 65p. (Documentos).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de Solos**. 2ª ed. rev. atual. Brasília, 1999.412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Milho e Sorgo. **Sistemas de produção: Cultivo do sorgo**. 4. ed. Sete Lagoas: 2008.

GONÇALVES, L. C.; PIRES, D. A. A; CASTRO, G. H. D. Algumas considerações sobre silagens de sorgo. In: **SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE**

GADO DE LEITE, 3., 2005. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2005. p. 5-18.

GONTIJO, M. H. R. *et al.* Qualidade nutricional de seis híbridos de sorgo com capim sudão submetidos a épocas de plantio e cortes distintas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 7, n. 1, p. 45-56, 2008.

GONTIJO NETO, M. M. *et al.* Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. Rendimento, proteína bruta e digestibilidade *in vitro*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n. 4, p. 1640-1647, 2002.

JAREMTCHUK, A. R. *et al.* Características agronômicas e bromatológica de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá-PR, v. 27, n. 2, p. 181-188, 2005.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. , Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 2000. 46 p. (Circular Técnica n. 3)

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Fisiologia da Planta de Sorgo**. 1 ed. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2003.4 p. (Comunicado Técnico, 86).

MAGALHÃES, R.T. *et al.* Estimativa da degradabilidade ruminal de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) utilizando a técnica *in situ*. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, PR, v. 27, n. 4, p. 483-490, 2005.

MAGALHÃES, J. V. **A influência de características fenológicas na avaliação da tolerância à seca em sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 6 p. (Circular Técnica, 165).

MAY, A. *et al.* **Cultivares de sorgo para o mercado brasileiro na safra 2011/2012**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 28 p. (Circular Técnica 117).

MELLO, R. *et al.* Análise produtiva e qualitativa de um híbrido de sorgo interespecífico submetido a dois cortes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 2, n. 1, p. 20-33, 2003.

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

MONTAGNER, D. B. *et al.* Características agronômicas e bromatológica de cultivares avaliados no ensaio sul-rio-grandense de sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas-RS, v. 11, n. 4, p. 447-452, 2005.

NEUMANN, M. *et al.* Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 302-312, 2002a.

NEUMANN, M. *et al.* Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, p. 293-301, 2002b.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L. Avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) ou milho (*Zea mays*, L.) na produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 3, n. 3, p. 438-452, 2004.

NEUMANN, M. *et al.* Efeito associativo do espaçamento entre linhas de plantio, densidade de plantas e idade sobre o desempenho vegetativo e qualitativo do sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 7, n. 2, p. 165-181, 2008.

NEUMANN, M. *et al.* Desempenho vegetativo e qualitativo do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) em manejo de cortes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 9, n. 3, p. 298-313, 2010.

NEUMANN, M. *et al.* Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 302-312, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of Dairy**. 7<sup>th</sup> ed. Washington: National Academy Press, 2001. 362p.

OLIVEIRA, J. S. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 883-889, 2002. Suplemento.

OLIVEIRA, R. P. *et al.* Características agronômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, p. 45-53, 2005.

PACHECO, T. F. *et al.* Avaliação do potencial de biomassas na produção de etanol lignocelulósico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 19. 2012. **Resumos...** Búzios-RJ: EMBRAPA, 2012. 9 p.

PEDREIRA, M.S. *et al.* Características agronômicas e composição química de oito híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 32, n. 5, p. 1083-1092, 2003.

PEDREIRA, M. S. *et al.* Características Agronômicas e Bromatológicas de Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), Cultivados para Produção de Silagem. **Ars Veterinária**, Jaboticabal-SP, v. 21, p. 183-192, 2005.

PENNA, A. G. *et al.* Valor nutritivo de seis híbridos de sorgo com capim-sudão avaliados em três corte e em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 9, n. 2, p. 147-161, 2010.

PEREIRA, O. G. **Produtividade do milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), da aveia (*Avena sativa*), do milheto (*Pennisetum americanum* L.) e do híbrido (*S. bicolor* x *S. sudanense*), e respectivos valores nutritivos sob a forma de silagem e verde picado**. 1991. 86p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1991.

PESCE, D. M. C. *et al.* Análise de vinte genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), de portes médio e alto, pertencentes ao ensaio nacional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, n. 4, v. 29, p. 978-987, 2000.



RESENDE, J. A. *et al.* Ruminal silage degradability and productivity of forage and grain-type sorghum cultivars. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v. 60, n. 3, p. 457-463, 2003.

RIBEIRO, C. G. M. *et al.* Padrão de fermentação da silagem de cinco genótipos de sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte-MG, v. 59, n. 6, p. 1531-1537, 2007.

ROCHA JÚNIOR, V. R. *et al.* Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. I – Características agronômicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte-MG, v. 52, n. 5, 2000.

RODRIGUES, J. A. S. Utilização de forragem fresca de sorgo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) sob condições de corte e pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2000, UFLA. Lavras, **Anais...** Lavras, 2000. p. 179-201.

RODRIGUES, F. **Fenotipagem e seleção de linhagens de sorgo quanto à eficiência e resposta ao fósforo**. 2010. 95 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2010.

RODRIGUES FILHO, O. *et al.* Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. **Revista Ciência Animal Brasileira**, Goiânia- GO, v. 7, n. 1, p. 37-48, 2006.

RUAS, D. G.; GARCIA, J. C.; TEIXEIRA, N. M. **Recomendações técnicas para o cultivo do sorgo**. Sete Lagoas (MG): EMBRAPA – CNPMS, 1988. 79 p. (Circular Técnica, n. 1).

SILVA, A. V. **Qualidade das silagens de treze genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1996. 98 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

SILVA, A.G. *et al.* Avaliação dos caracteres agronômicos de cultivares de sorgo forrageiro sob diferentes condições termo-fotoperiódicas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 4, n. 1, p. 28-44, 2005.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2006. 235p.

SILVA, A. G.; BARROS, A. S.; TEIXEIRA, I. R. Avaliação agronômica de cultivares de sorgo forrageiro no sudoeste do estado de Goiás em 2005. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 116-127, 2007.

SKONIESKI, F. R. *et al.* Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá-PR, v. 32, n. 1, p. 27-32, 2010.

SOUZA, V. G. *et al.* Valor nutritivo de silagens de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa- MG, v. 32, n. 3, p. 753-759, 2003.

SOUZA, C. C. *et al.* Produtividade do sorgo granífero cv. Sacarino e qualidade de produtos formulados isoladamente ou combinados ao caldo de cana-de-açúcar. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v. 25, n. 3, p. 512-517, 2005.

SOUZA, L. C. *et al.* Osmorreguladores em plantas de sorgo sob suspensão hídrica e diferentes níveis de silício. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 12, n. 3, p. 240-249, 2013.

TEIXEIRA, P. E. G.; TEIXEIRA, P. P. M. Potencial nutritivo da silagem de sorgo. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO DE SILAGEM NA AMAZÔNIA, 1., 2004, Belém. **Anais...** Belém: Universidade Federal Rural, 2004. p. 83-100.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas** – SAEG. Versão 8.0. Viçosa-MG, 2000. 142 p.

VALENTE, J. O. Introdução. In: **Manejo Cultural do Sorgo Para Forragem**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1992. p. 5-7. (Circular Técnica, n. 17).

VAN SOEST, J. P.; 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, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2<sup>nd</sup> ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VIEIRA, F. A. P. *et al.* Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte-MG, v. 56, n. 6, p. 764-772, 2004.

VILELA, H. *et al.* Efeito da idade da planta sobre o valor nutritivo da forragem durante cinco anos. In: ZOOTEC 2005, 2005, Campo Grande-MS. **Anais...** Campo Grande-MS: UFMS, 2005.

VON PINHO, R.G. *et al.* Características agronômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 5, n. 2, p. 266-279, 2006.

VON PINHO, R. G. *et al.* Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantina: Revista de Ciências Agronômicas**, Campinas-SP, v. 66, n. 2, p. 235-245, 2007.

ZAGO, C. P. Cultura do sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p. 169-218.

ZAGO, C. P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: **MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1997. p. 9-26. (Circular Técnica, v. 17).