



**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E
NUTRICIONAIS DE GENÓTIPOS DE SORGO**

SANDRA SOUSA DA CRUZ

2014

SANDRA SOUSA DA CRUZ

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DE
GENÓTIPOS DE SORGO**

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”.

Orientador

Prof. Dr. Daniel Ananias de Assis Pires

**UNIMONTES
MINAS GERAIS - BRASIL
2014**

Cruz, Sandra Sousa da

C957c Características agronômicas e nutricionais de genótipos de sorgo [manuscrito] / Sandra Sousa da Cruz. – 2014.
52 p.

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

Orientador: Prof. D. Sc. Daniel Ananias de Assis Pires.

1. Genótipos de sorgo. 2. Sorgo. I. Pires, Daniel Ananias de Assis. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 633.62

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

**Aos meus queridos pais, Geraldo e Maria; meus lindos irmãos,
Geferson e Carlos; meu amado marido, Daniel; meu filho,
Bernardo, e a meu orientador, Daniel, que não mediram
esforços para realização deste sonho.**

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha fortaleza, por sempre me conceder sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos, coragem para acreditar, força para não desistir e proteção para me amparar.

Aos meus pais, Geraldo e Maria, meu infinito agradecimento. Obrigada pela doação, sacrifícios e amor incondicional!

Aos meus irmãos, Geferson e Carlos, pelo carinho, apoio e estímulo que tornaram cada jornada menos cansativa.

Ao meu marido, Daniel, pelo companheirismo, compreensão e amor indispensáveis, sempre me incentivando a alcançar meus sonhos.

Ao meu pequeno filho, Bernardo, pelo olhar e sorriso sincero, que me inspira a querer ser mais que fui até hoje! Maior presente da mamãe!

Ao meu orientador, Daniel, excelente professor e orientador e, acima de tudo, um grande amigo. Obrigada pela disposição, apoio e atenção, imprescindíveis à realização desta pesquisa. Referência profissional e pessoal para meu crescimento!

Aos funcionários da Embrapa Milho e Sorgo, pelo auxílio na implantação do experimento.

Ao Dr. José Avelino, pela contribuição direta na execução do experimento e acesso aos dados.

À professora Cinara, pela coorientação e pelos conhecimentos compartilhados.

Aos professores João Paulo, Dorismar David e Leonardo, por contribuírem para o enriquecimento desta pesquisa.

Aos meus colegas de pós-graduação, pelos momentos compartilhados, em especial aos amigos Daniella, Luciana, Laize, Karla, Franklin e Vanice, pela paciência, companheirismo e sincera amizade.

Um agradecimento especial à minha amiga Daniella e ao amigo Flávio, pelo auxílio nas análises e apoio durante toda a execução do meu trabalho.

A todos os professores do curso de Pós-graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos.

À Universidade Estadual de Montes Claros, pela oportunidade de estudo.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento desta dissertação.

A todos vocês, os meus sinceros agradecimentos!

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer.”

Mahatma Gandhi

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Cultura do sorgo	3
2.2. Classificação.....	5
2.3. Características agronômicas da planta de sorgo.....	6
2.4. Características nutricionais da planta de sorgo	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. Local e dados climáticos	14
3.2. Análise e correção do solo.....	14
3.3. Genótipos utilizados	15
3.4. Plantio e colheita	15
3.5. Características agronômicas	16
3.6. Características nutricionais.....	16
3.7. Delineamento experimental.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1. Características agronômicas	20
4.2. Características nutricionais.....	23
5. CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE ABREVIATURAS

ALTPL - Altura de plantas;
CEL - Celulose;
CF - Carboidratos fibrosos;
cm - Centímetros;
CNF - Carboidratos não fibrosos;
CT - Carboidratos totais;
DIVMS - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca;
EE - Extrato etéreo;
FDA - Fibra em detergente ácido;
FDN - Fibra em detergente neutro;
HCEL - Hemicelulose;
Kg - Quilos;
LGN - Lignina;
m - Metros;
mm - Milímetros;
MS - Matéria seca;
MV - Matéria verde;
NDT - Nutrientes digestíveis totais;
NIDN - Nitrogênio insolúvel em detergente neutro;
PB - Proteína bruta;
pH - Potencial hidrogeniônico;
PMV - Produção de matéria verde;
PMS - Produção de matéria seca;
PMSD - Produção de matéria seca digestível;
t ha⁻¹ - Toneladas por hectare.

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.** Altura de plantas (ALTPL), produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS) de dezessete genótipos de sorgo (dados expressos na matéria verde)..... 20
- TABELA 2.** Teores médios de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) de dezessete genótipos de sorgo (dados expressos na matéria seca e no N total).....24
- TABELA 3.** Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HCEL) e lignina (LGN) de dezessete genótipos de sorgo (dados expressos na matéria seca).....29
- TABELA 4.** Teores médios de carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos fibrosos (CF) de dezessete genótipos de sorgo (dados expressos na matéria seca e nos carboidratos totais).....34
- TABELA 5.** Teores médios de extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NDT), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e produção de matéria seca digestível (PMSD) de dezessete genótipos de sorgo (dados expressos na matéria seca).....37

RESUMO

CRUZ, Sandra Sousa. **Características agronômicas e nutricionais de genótipos de sorgo**. 2014. 52 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil.¹

O experimento a campo foi conduzido na EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG, com o objetivo de avaliar as características agronômicas e nutricionais de genótipos de sorgo. Os genótipos 201191, Santa Elisa, BRS008B, 2012F47504, 2012F47503, BR007B, 2012F47525, CMSXS222B, 2012F47483, 2012F47484, 2012F47475, 201187025, 2012F47524, 2012F47523, 2012F47515, Volumax e BRS610 foram semeados em blocos ao acaso, com três repetições, totalizando 51 parcelas experimentais. Avaliaram-se a altura das plantas e as produções de matéria verde, matéria seca e matéria seca digestível. Para determinação do valor nutricional determinaram-se os teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina, nitrogênio insolúvel em detergente neutro, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos, nutrientes digestíveis totais e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. A altura de plantas variou de 1,33 a 2,93m ($p<0,05$), sendo os maiores valores atribuídos ao genótipo 201191 e aos híbridos experimentais 2012F47525, 2012F47484, 2012F47475 e 2012F47515. Quanto à produção de matéria verde, o genótipo 201191 e os híbridos 2012F47504, 2012F47525, 2012F47484, 2012F47524, 2012F47523, 2012F47515 superaram os demais ($p<0,05$). Houve variação ($p<0,05$) para produção de matéria seca e os genótipos 201191, BRS610 e os híbridos 2012F47525, 2012F47484, 2012F47523, 2012F47515 foram superiores. Os teores de matéria seca também variaram ($p<0,05$) e os genótipos BRS008B e BR007B apresentaram-se superiores. Não foi constatada diferença para os valores de cinzas ($p>0,05$), sendo o valor médio de 4,58%. Para os teores de proteína bruta, houve diferença entre os materiais ($p<0,05$) e o genótipo BRS610 e híbridos 2012F47504, 2012F47523, 2012F47515 apresentaram os maiores valores. Houve variação nos teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro ($p<0,05$), com valores superiores atribuídos ao genótipo 201191 e ao híbrido experimental 2012F47504. Os valores de FDN foram diferentes entre si ($p<0,05$) com variação de 56,52 a 63,35% para os híbridos (2012F47503 e 2012F47483, respectivamente). Quanto à FDA, houve diferença entre os genótipos ($p<0,05$) e os materiais 2012F47525

¹ Comitê de orientação: Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof. Cinara da Cunha Siqueira Carvalho – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientadora)

e 2012F47524 superaram os demais com 27,75 e 34,23%, respectivamente. O maior teor de hemicelulose (44,33%) foi atribuído ao híbrido 2012F47483. Os valores de celulose e lignina foram semelhantes entre si ($p>0,05$) com médias de 22,66 e 7,99%, respectivamente. Para carboidratos totais e carboidratos não fibrosos houve semelhança entre materiais ($p>0,05$) com médias de 86,38 e 26,28%, respectivamente. Os teores de carboidratos fibrosos variaram ($p<0,05$) e os híbridos 2012F47484 e 2012F47483 foram superiores. O genótipo Volumax e o híbrido experimental 2012F47524 apresentaram os maiores teores de extrato etéreo. Os valores de nutrientes digestíveis totais e digestibilidade *in vitro* da matéria seca foram semelhantes ($p>0,05$) com médias de 52,85 e 58,28 %, respectivamente. Quanto à matéria seca digestível, houve diferença entre os genótipos ($p>0,05$), cujos valores superiores variaram de 5,84 a 7,41 t ha⁻¹ respectivamente para os híbridos 2012F47484 e 2012F47525. O genótipo 201191 e os híbridos experimentais 2012F47525, 2012F47484 e 2012F47515 foram superiores aos demais, apresentando valores elevados de PMSD, sendo os materiais com melhor potencial para produção de silagem de qualidade.

ABSTRACT

CRUZ, Sandra Sousa. **Agronomic and nutritional characteristics of sorghum genotypes.** 2014. 52 p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.²

The field experiment was conducted at EMBRAPA - National Research Center for Maize and Sorghum, in Sete Lagoas-MG, in order to evaluate the agronomic and nutritional characteristics of sorghum genotypes. The 201191, Santa Elisa, BRS008B, 2012F47504, 2012F47503, BR007B, 2012F47525, CMSXS222B, 2012F47483, 2012F47484, 2012F47475, 201187025, 2012F47524, 2012F47523, 2012F47515, Volumax and BRS610 genotypes were sown on randomized blocks, with three replicates, totaling 51 experimental plots. We evaluated: plant height, production of green matter, dry matter production and yield of digestible dry matter. To evaluate the nutritional value, dry matter, crude protein, ether extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, cellulose, hemicellulose, lignin, neutral detergent insoluble nitrogen, total carbohydrates, no fiber carbohydrates, total digestible nutrients and *in vitro* digestibility of dry matter were evaluated. The values of plant height varied among genotypes from 1.33 to 2.93 m ($p < 0.05$), and the highest heights were assigned to 201191 genotype and 2012F47525, 2012F47484, 2012F47475 and 2012F47515 hybrids. For the production of fresh matter, the 201191 genotype and 2012F47504, 2012F47525, 2012F47484, 2012F47524, 2012F47523, 2012F47515 hybrids outperformed the others ($p < 0.05$). There was variation ($p < 0.05$) for dry matter production, and the 201191, BRS610 genotypes and 2012F47525, 2012F47484, 2012F47523, 2012F47515 hybrids outperformed the others. The dry matter varied ($p < 0.05$), and the BRS008B and BR007B showed higher contents. As for the values of ash, no difference was found ($p > 0.05$), with the average value 4.58%. Regarding crude protein, there was difference between the materials ($p < 0.05$) and the BRS610 genotype and 2012F47504, 2012F47523, 2012F47515 hybrids showed higher levels. The contents of neutral detergent insoluble nitrogen ranged ($p < 0.05$), and higher values assigned to 201191 genotype and 2012F47504 experimental hybrid. The values of NDF were different ($p < 0.05$), with higher values ranged from 56.52 to 63.35% for 2012F47503 and 2012F47483 hybrids respectively. As for the FDA, there was difference between genotypes ($p < 0.05$), and the 2012F47525 and 2012F47524 hybrids showed higher values with 27.75 and 34.23%, respectively. The highest

²Guidance Committee: Prof. Daniel Pires Ananias de Assis - Department of Agrarian Sciences / UNIMONTES (Adviser); Prof. Cinara da Cunha Siqueira Carvalho - Department of Agrarian Sciences / UNIMONTES (Co-adviser)

value of hemicellulose (44.33%) is attributed to the 2012F47483 hybrid. The values of cellulose and lignin were similar ($p>0.05$), with averages 22.66 and 7.99%, respectively. As for total carbohydrate and non fiber carbohydrates, there was similarity between materials ($p>0.05$), with mean 86.38 and 26.28%, respectively. The fibrous carbohydrates content were different ($p<0.05$), and the 2012F47484 and 2012F47483 hybrids showed higher values. The Volumax genotype and 2012F47524 experimental hybrid showed the highest levels of ethereal extract. The values of total digestible nutrients and *in vitro* digestibility of dry matter were similar ($p>0.05$), with means of 52.85 and 58.28%, respectively. As for digestible dry matter, there was difference between genotypes ($p>0.05$), with higher values ranged from 5.84 to 7.41 t ha⁻¹ respectively for the 2012F47484 and 2012F47525 experimental hybrids. The 201191 genotype and 2012F47525, 2012F47484 and 2012F47515 experimental hybrids were superior to the others, as had elevated DDMP, being the best materials with potential for producing of good silage.

1. INTRODUÇÃO

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 forragens. Nesse sentido, a baixa precipitação e sua distribuição irregular estão entre as principais causas que afetam a produtividade das forrageiras nas atividades agropecuárias no Brasil. Assim, é importante a exploração de plantas cujas exigências possam ser atendidas com baixa disponibilidade hídrica.

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) tem se destacado como espécie que tem resistência a fatores ambientais adversos, especialmente em regiões de baixa disponibilidade de água, por apresentar sementes ricas em proteínas, vitaminas, hidrato de carbono e sais minerais, além de produzir plantas com elevado volume de massa verde e que apresentam tolerância à seca e à alta temperatura (CARVALHO *et al.*, 2000).

A grande demanda por materiais de melhor qualidade favorece o surgimento de inúmeros genótipos, os quais têm influência marcante sobre o valor nutritivo da planta de sorgo. Assim, de maneira geral, os programas de melhoramento objetivam explorar o máximo possível o banco genético da cultura de sorgo, buscando selecionar materiais com características agronômicas e nutricionais superiores. Desta forma, estudos de comparação entre híbridos são importantes para contribuir com os programas de melhoramento e para recomendar aos produtores os híbridos ou cultivares que apresentam a melhor relação produção:valor nutritivo para as mais diversas utilidades nos sistemas de produção.

A digestibilidade das forrageiras é um importante parâmetro que determina qual é o aproveitamento dos nutrientes, devendo ser considerada na formulação de dietas para ruminantes. As técnicas *in vitro* utilizam

microrganismos e/ou enzimas que reproduzam as condições do trato digestivo dos ruminantes, e pela simplicidade de execução, pelo baixo custo, pela acurácia e pela alta correlação com dados obtidos *in vivo*, têm se tornado cada vez mais popular (WILLIAMS, 2000).

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar as características agronômicas e nutricionais de genótipos de sorgo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do sorgo

O sorgo é uma planta monoica, pertencente à família Poaceae. É uma espécie basicamente autógoma, com flores perfeitas e taxa de polinização cruzada em torno de 5 %, que ocorre principalmente pelo vento. Sua origem é, provavelmente, na África Central, na região da Etiópia e Sudão, entre 5 a 7 mil anos atrás ou mais, de onde se propagou por diversos países, levado por nativos que migravam (VON PINHO e VASCONCELOS, 2002).

O sorgo é uma planta de origem tropical com boa capacidade fotossintética, adaptada às mais variadas condições de fertilidade do solo, sendo mais tolerante do que o milho a altas temperaturas e deficit hídrico, razão pela qual é cultivado em ampla faixa de latitudes, mesmo em regiões com temperaturas elevadas, secas ou onde ocorrem veranicos (ANDRADE NETO *et al.*, 2010). Além disso, é uma planta com alta capacidade de rebrota, devido à capacidade de conservar ativo seu sistema radicular (REZENDE *et al.*, 2011).

Contudo, alguns fatores edafoclimáticos afetam a produtividade do sorgo, como: temperatura do ar, precipitação, fotoperíodo e solo (NEUMANN *et al.*, 2002).

Quanto à temperatura, a planta de sorgo requer valores superiores a 21 °C para um bom crescimento e desenvolvimento (MAGALHÃES *et al.*, 2011). A temperatura ótima para o desenvolvimento de cada plantio varia conforme a cultivar considerada. De uma forma geral, a literatura internacional tem mostrado que temperaturas superiores a 38 °C ou inferiores a 16 °C limitam 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 (LANDAU e SANS, 2012).

Com relação à precipitação, a planta de sorgo se adapta a vários ambientes, especialmente sob condições de deficiências hídricas, desfavoráveis à maioria dos cereais. Essa característica permite que a cultura seja apta a desenvolver e expandir em regiões de cultivo com a distribuição irregular de chuvas e em sucessão às culturas de verão (VON PINHO e VASCONCELOS, 2002).

As maiores áreas produtoras de sorgo no mundo possuem precipitação anual que não ultrapassa os 1000 mm. Entretanto, considera-se como suficiente para obtenção de boas safras, durante o desenvolvimento da cultura até sua maturidade fisiológica, que ocorra uma precipitação em torno de 450 a 550 mm (EMBRAPA, 2008).

O sistema radicular profundo e ramificado da planta de sorgo favorece a maior eficiência na absorção de água do solo e a tolerância à seca (MAGALHÃES e DURÃES, 2003). Saucedo (2008) afirma que além do sistema radicular bastante ramificado, o sorgo apresenta uma camada de cera que reveste as folhas e caules e maior número de estômatos do que o observado na cultura do milho. Geralmente, entra em períodos de dormência ou repouso vegetativo durante veranicos, e volta a crescer quando há disponibilidade de água. Além disso, o sorgo possui resistência relativamente boa à dessecação, tendo mostrado capacidade de se recuperar após um período de seca. Mesmo após um período prolongado de murchamento, em apenas 5 dias com condições ambientais propícias o sorgo pode recuperar a abertura dos estômatos, retornando às atividades fisiológicas normais (SANS *et al.*, 2003). Embora seja uma cultura resistente a estresse hídrico, o sorgo também sofre efeito do deficit hídrico, chegando a reduzir consideravelmente a produtividade quando submetido a estresse (LANDAU e SANS, 2012).

Em relação ao fotoperíodo, o crescimento do sorgo pode ser definido como a resposta à duração dos períodos luminosos e do escuro. De acordo com Magalhães *et al.* (2003), o sorgo é uma espécie do tipo C4, de dias curtos, com altas taxas fotossintéticas, alta produção de massa e capacidade de rebrota. Por pertencer a esse grupo, 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 (LANDAU e SANS, 2012).

Em relação ao solo, o sorgo pode 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. Os solos mal drenados são os únicos que não se recomendam para essa cultura (LANDAU e SANS, 2012).

2.2. Classificação

Estão disponíveis no mercado quatro tipos de sorgo como recurso forrageiro: os sorgos graníferos, os forrageiros (tradicional ou silageiro e duplo propósito), vassoura e sacarinos. Estas cultivares variam na altura, produção de matéria seca e composição bromatológica, com valores nutricionais diferentes.

As cultivares graníferas variam de 1,00-1,60 metros, com panículas bem desenvolvidas e grãos de tamanho grande produzindo silagens de valor nutritivo superior ao de silagens dos sorgos forrageiros de porte alto. Este tipo de sorgo tem uma boa capacidade de rebrota e a produtividade de grãos na rebrota pode alcançar valores médios de 80 % do rendimento obtido na primeira colheita. A

intensidade e a produção da rebrota é proporcional à sanidade das plantas na primeira colheita e do número de plantas sobreviventes (EMBRAPA, 2008).

Os sorgos do tipo forrageiro são adaptados para produção de silagem e para corte verde, com altura entre 2 e 3 metros. Além disso, existem cultivares de duplo propósito (forragem e grão), com altura média em torno de 2 metros. As cultivares de porte alto produzem silagens com valores nutritivos normalmente inferiores às de uma boa silagem de milho devido a uma menor proporção de grãos na massa ensilada (ZAGO, 1992). O sorgo forrageiro apresenta grande potencial para utilização, já que possui elevada produtividade, boa adequação à mecanização e grande versatilidade, podendo ser utilizado como feno, corte e pastejo direto e silagem (BORGES, 1995 e BERNARDINO, 1996).

A cultivar vassoura possui panículas utilizadas para produção de vassouras. Já os sorgos sacarinos são utilizados para produção de açúcar e álcool.

2.3. Características agronômicas da planta de sorgo

A produtividade do sorgo ocorre em função de vários fatores integrados, dentre eles, interceptação de radiação pelo dossel, eficiência metabólica, eficiência de translocação de produtos da fotossíntese para os grãos e capacidade de dreno (LANDAU e SANS, 2012).

Cultivares de sorgo forrageiro em ótimas condições de clima e de fertilidade apresentam produtividades elevadas que geralmente superam as produtividades do milho. Por outro lado, em condições marginais de cultivo, a menor exigência quanto ao tipo e à fertilidade do solo bem como a capacidade de suportar extensos períodos de falta de água e rebrotar rapidamente depois da

ocorrência de chuvas que umedecem suficientemente o solo destacam o sorgo em comparação ao milho (FARIA JR. *et al.*, 2009).

De forma semelhante, o estágio de crescimento afeta a produção de matéria seca por também alterar as proporções de colmo, folha e panícula da planta de sorgo. A proporção das partes da planta é um importante fator determinante da produtividade e qualidade das plantas de sorgo. 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. Quando de porte alto, geralmente apresenta maior produção de biomassa, devido ao maior percentual colmo e lâmina foliar, caracterizando um comportamento forrageiro. Para plantas de menor altura, há um maior percentual de panículas, maior teor de MS e provavelmente maior valor nutritivo, demonstrando comportamento de sorgo de duplo propósito (PERAZZO *et al.*, 2013).

Avaliando os aspectos agronômicos de genótipos de sorgo forrageiro (BR101), Chiesa *et al.* (2008) registraram 16,38 % de folha na matéria verde. Estes mesmos autores encontraram para o sorgo duplo propósito (AG2005E), 14,05 % de folha na massa verde produzida. A proporção de colmo na matéria verde para os genótipos citados acima foi de 56,59 e 59,53 %, respectivamente. A proporção de panícula na matéria natural foi superior para o AG2005E em relação ao BR101, com valores de 4,97 e 2,00 %, respectivamente. Em relação à altura de planta, o AG2005E e o BR101 não apresentaram diferença significativa, sendo suas alturas de 1,72 e 2,52 m, respectivamente.

Rabelo *et al.* (2012), avaliando os parâmetros agronômicos do sorgo em razão de estratégias de semeadura e adubação, não observaram interação significativa ($P > 0,05$) entre espaçamento x adubação para as variáveis altura e produtividade de matéria verde das plantas. O resultado obtido para altura das plantas de 1,60 e 1,49 m para 80 e 60 cm, respectivamente, demonstrou que a

planta de sorgo depende das folhas como os principais órgãos fotossintéticos e a taxa de crescimento da planta depende tanto da taxa de expansão da área foliar como da taxa de fotossíntese por unidade de área (MAGALHÃES *et al.*, 2003).

Oliveira *et al.* (2005), estudando o comportamento agrônomico de quatro genótipos forrageiros de sorgo, comprovaram em relação à composição estrutural, 63,57 a 85,79 % de colmos, 2,67 a 28,48 % de panículas e 11,53 a 13,56 % de folhas. Gomes *et al.* (2006), avaliando o comportamento agrônomico de genótipos de sorgo forrageiro e duplo propósito, obtiveram valores de 29,25 % de colmo, 23,50 % de folha e 47,25 % de panícula para o forrageiro e; 34,50 % de colmo, 13,25 % de folha e 52,50 % de panícula para o duplo propósito.

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 disso, é economicamente inviável. No que diz respeito à produção de matéria seca, esta é uma importante característica na avaliação da viabilidade econômica de uma forrageira destinada à produção de silagem. A produtividade esperada do sorgo para o primeiro corte é de 4-11 t ha⁻¹ de grãos e 40 e 45 t ha⁻¹ de massa verde (ZAGO, 1992).

Pesquisando o potencial forrageiro de genótipos de sorgo com capim-Sudão mutantes, portadores de nervura marrom, submetidos a regime de cortes sucessivos, Ferreira (2008) verificou valores médios de 55,80 t ha⁻¹ de MV e 7,1 t ha⁻¹ de MS para o 1º, 2º e 3º corte.

Rodrigues Filho *et al.* (2006), mensurando a produção dos genótipos de sorgo forrageiro BRS610, CMSXS762, BR506 e BR700, registraram valores de 63,90; 59,93; 67,56 e 45,87 t ha⁻¹ de MV e 14,22, 15,40, 16,38 e 14,64 t ha⁻¹ de MS, respectivamente para os genótipos de sorgo. Contudo, Silva *et al.* (2011), avaliando a produção de matéria seca de 25 híbridos de sorgo no Agreste Paraibano, observaram PMS variando entre 7,68 e 20,95 t ha⁻¹, com um acumulado de chuvas pouco acima de 400 mm.

Algumas estratégias de manejo podem influenciar na capacidade produtiva de genótipos de sorgo, podendo levar a aumentos de produtividade por área, que nem sempre são acompanhados por aumento ou manutenção do valor nutricional da forragem obtida. Dessa forma, a determinação da produção de matéria seca digestível é um parâmetro de avaliação muito importante, pois combina os índices de produção com o valor nutricional (TOMICH, 2003).

A PMSD de seis genótipos de sorgo com capim-Sudão foi avaliado por Gontijo *et al.* (2008). Os autores verificaram valores de 0,86; 0,88; 1,12; 0,65; 2,05 e 1,12 t ha⁻¹, respectivamente para os genótipos comerciais AG2501C e BRS800 e os genótipos experimentais (ATF 54 x CMSXS 912, CMSXS 156 x CMSXS 912, CMSXS 157 x CMSXS 912 e CMSXS 210 x CMSXS 912).

Tomich (2003), trabalhando com 12 genótipos de sorgo, encontrou valores médios de PMSD de 2,1t ha⁻¹ para o primeiro corte, 2,3 t ha⁻¹ para o segundo corte e 1,9 t ha⁻¹ para o terceiro corte.

2.4. Características nutricionais da planta de 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).

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). Contudo, a digestibilidade de dietas completas pode ser influenciada em função das características intrínsecas dos alimentos utilizados, como composição química,

quantidade consumida, tamanho de partícula, teor em água, quantidade de fibra, entre outros (NRC, 1989).

Segundo Oliveira *et al.* (2010), o conhecimento do teor de MS nas forragens é de grande importância, uma vez que as dietas dos animais são formuladas com base na MS, pois esses animais exigem quantidades específicas de nutrientes que se concentram na MS dos alimentos para atender as suas exigências de manutenção, crescimento, gestação e produção de leite.

Os teores de MS do sorgo são correlacionados com o estágio de maturação e com a proporção entre as frações de colmo em relação às de folhas e panículas na planta (GONTIJO NETO *et al.*, 2004). As maiores taxas de acúmulo de matéria seca das folhas e panículas em relação aos colmos indicam a importância dessas frações na elevação da MS da planta com o avanço da maturidade.

Ribas (2010), trabalhando com sorgo corte e pastejo, encontrou valores de matéria seca (MS), no primeiro corte, variando de 7,74 a 10,94 % e no segundo corte, o teor de MS variou de 7,71 a 10,80 %. Tomich (2003) avaliou vinte e cinco híbridos de sorgo com capim-sudão em regime de corte, colhidos aos 57 dias após o plantio, que apresentaram teores de matéria seca (MS) variando de 13,8 a 16,0 %. Valores superiores foram reportados por Pesce *et al.* (2000) que obtiveram para o sorgo forrageiro de 20,2 a 29,7 % de MS na análise da planta inteira.

Segundo Minson (1990) e Van Soest (1994), a digestibilidade e o consumo da forragem são determinantes de seu valor para a produção animal e, como são de difícil determinação, o uso das frações fibrosas e da técnica de digestibilidade *in vitro* para estimá-los pode ser de grande utilidade.

A determinação dos teores das frações fibrosas é fundamental na caracterização do valor nutritivo das forragens. Os conteúdos de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) são de suma

importância na avaliação da qualidade da fibra do sorgo, pois estão negativamente correlacionados com o consumo e a digestibilidade, respectivamente. Sendo assim, a FDN é uma característica que está diretamente relacionada à velocidade de passagem do alimento pelo trato digestivo, e, quanto menor o nível de FDN maior o consumo de MS. Da mesma forma, o teor de FDN está diretamente relacionado a fatores como o ciclo da cultivar, temperaturas noturnas, teor de carboidratos solúveis, entre outros. A FDA está relacionada à digestibilidade da forragem, visto que contém a maior proporção de lignina, que é a fração da fibra completamente indigestível, indicando, assim, sua indigestibilidade. Além disso, também é um indicador do valor energético do material, ou seja, quanto menor a FDA maior será o valor energético da forragem (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Teores de FDN, em forragem fresca de sorgo variando de 51,6 a 67,4 %; de FDA 28,7 a 45,6 %; de hemicelulose 20,8 a 38,1 %; de celulose 23,0 a 36,5 %; e de lignina 1,86 a 8,0 %, encontram-se relatados por Gontijo Neto (2000).

Araújo (2002), utilizando vinte híbridos de sorgo de duplo propósito, colhidos em cinco diferentes épocas de maturação, obteve valor médio de 60,33 % de FDN. Resultados inferiores foram verificados por Neumann *et al.* (2002) que, trabalhando com quatro híbridos de sorgo forrageiro, encontraram média de 53,50 % de FDN. Gontijo *et al.* (2008) avaliaram seis híbridos de sorgo com capim-sudão em duas épocas de plantio e três cortes sucessivos e observaram valores médios de 54,8 % para FDN.

Rodrigues Filho *et al.* (2006) avaliaram quatro híbridos de sorgo forrageiro e obtiveram teores de FDA com uma variação de 33,82 a 41,48 %. Gontijo *et al.* (2008) analisaram seis híbridos de sorgo com capim-sudão em duas épocas de plantio e três cortes sucessivos e constataram valores médios de 31,0 % para FDA.

Em relação aos teores de celulose e hemicelulose, Pesce *et al.* (2000) relataram valores variando de 27,6 a 30,9 % e 25,2 a 30,5 %, respectivamente para genótipos forrageiros. Ribas (2010), trabalhando com sorgo de corte e pastejo, reportou teor médio de celulose de 31,5 % e hemicelulose de 30,9 % na planta inteira no primeiro corte.

Avaliando doze híbridos de sorgo corte e pastejo em três cortes sucessivos, Lima *et al.* (2005) verificaram valores médios para lignina de 3,8; 6,1 e 5,4 %, respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro cortes. Valores próximos foram relatados por Pesce *et al.* (2000) que constataram os teores de lignina variando de 4,0 a 5,7 % para sorgos forrageiros.

Streeter *et al.* (1990), estudando apenas os grãos de sorgo, encontraram valores de cinzas, na base de matéria seca, variando de 3,8 a 4,3 %. Enquanto Pesce *et al.* (2000) avaliaram vinte genótipos de sorgos e os resultados de cinzas variaram de 3,4 a 4,3 %.

No ensaio de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), Gontijo *et al.* (2008) observaram valores médios de 57,0 % para DIVMS. Tomich *et al.* (2006) avaliaram o valor de dois híbridos de sorgo com capim-sudão em comparação a outros volumosos utilizados no período de baixa disponibilidade das pastagens. Os valores médios obtidos para esses dois híbridos foram de 64,75 % para DIVMS. Lima *et al.* (2005) verificaram valores médios para digestibilidade de 70,7; 61,3 e 69,5 %, respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro corte.

Segundo Van Soest (1994), a queda da digestibilidade nas forrageiras, com o avanço da maturidade, está associada ao aumento dos constituintes da parede celular, principalmente da lignina, além da diminuição na relação folha/colmo.

Os nutrientes digestíveis totais foram determinados por Flaresso *et al.* (2000) avaliando quatro cultivares de sorgo e obtiveram valor médio de 53,45

%. Resultados superiores foram descritos por Rodrigues Filho *et al.* (2006) que encontraram valor médio de NDT de 64,26 %.

O maior conteúdo de proteína é uma característica altamente desejável para forrageiras utilizadas como alternativa em épocas secas do ano. Tomich (2003) avaliou doze híbridos de sorgo com capim-sudão em três cortes sucessivos e obteve valores médios de proteína bruta de 15,3; 19,1 e 17,8 %, respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro cortes. Neumann *et al.* (2005), que avaliaram a forragem em pastejo contínuo recebendo diferentes fontes de adubação, observaram percentuais médios de proteína bruta (PB) de 8,2 % para a planta inteira, semelhante ao verificado por Rodrigues Filho *et al.* (2006) que analisaram quatro híbridos de sorgo e três diferentes doses de nitrogênio e obtiveram valores médios de 6,73 % de PB. É importante ressaltar que o nível mínimo de PB para um adequado funcionamento da microbiota do rúmen é 7 % (VAN SOEST, 1994).

Faria Jr. (2008) avaliou o comportamento produtivo e nutricional do sorgo BRS-610 em oito estádios de maturação do grão. Esse autor observou aumento na produção de MS e na participação da panícula com a maturidade da planta do florescimento até o estágio de grãos farináceos. Houve aumento nos teores de MS e, apesar de terem ocorrido reduções nos níveis de proteína, os valores de DIVMS não foram alterados, graças às reduções nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), resultantes da maior participação de amido do grão na matéria seca total.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e dados climáticos

O experimento a campo foi conduzido nas dependências da EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, localizada no Km 65 da rodovia MG424, no município de Sete Lagoas-MG.

As coordenadas geográficas são 19°28' latitude sul e longitude 44°15'08" WGrW. O clima da região, segundo Koopen, é do tipo AW (clima de savana com inverno seco). O índice médio pluviométrico anual é de 1.271,9 mm, com temperatura média anual de 20,9 °C e umidade relativa do ar em torno de 70,5 % (ANTUNES, 1994). Durante o período experimental, o acumulado de chuvas foi de 257,6 mm, com temperatura média de 21,6 °C.

O solo é classificado como vermelho distrófico típico fase cerrado (EMBRAPA, 1999).

No período do cultivo ocorreram veranicos, sendo que o mais violento teve duração de 38 dias e correspondeu ao intervalo de 15 de abril a 22 de maio de 2013.

3.2. Análise e correção do solo

Foram coletadas amostras de solo do horizonte superficial (0 a 20 cm), após a coleta, o solo foi seco ao ar, destorroado, homogeneizado e passado em peneira de malha grossa, para então serem retiradas amostras para análise em laboratório. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos do Departamento de Ciências Agrárias da UNIMONTES. Baseada na análise de solo e exigência da cultura, foi realizada a correção e adubação do solo.

3.3. Genótipos utilizados

Foram utilizados neste experimento dezessete genótipos de sorgos, sendo nove híbridos (2012F47504, 2012F47503, 2012F47525, 2012F47483, 2012F47484, 2012F47475, 2012F47524, 2012F47523, 2012F47515) obtidos do cruzamento entre três fêmeas graníferas (BRS 008B, BR 007B, CMSXS222B) e três machos forrageiros (201191, Santa Elisa, 201187025), adicionalmente a dois materiais comerciais: BRS 610, proveniente da Embrapa, com alta produção de massa e Volumax que também possui alta produção de massa e alto valor nutritivo da silagem.

3.4. Plantio e colheita

Os dezessete genótipos de sorgo foram semeados em 20 de fevereiro de 2013. O plantio foi realizado em blocos casualizados no campo. Cada genótipo formou um tratamento totalizando 17 parcelas/bloco. Como são 3 blocos, foram 51 parcelas experimentais. Foram utilizadas 20 sementes por metro linear e após emergência das plântulas foi realizado um desbaste para que o número de plantas por metro linear se adequasse ao genótipo em questão (12 plantas por metro linear). Cada parcela foi constituída de 6 linhas espaçadas de 70 cm e cada linha apresentou 6 m de comprimento. Foram utilizadas as duas linhas centrais e as duas intermediárias (parcela útil), foram descartadas as duas linhas externas das parcelas e 1 m da margem esquerda e 1m da margem direita das linhas centrais e intermediárias (bordaduras).

A colheita foi realizada em 18 de junho de 2013, totalizando um período experimental de 119 dias. O sorgo foi cortado a 15 cm do solo e a colheita de todos os materiais foi realizada no mesmo dia.

3.5. Características agronômicas

Para a avaliação agronômica, foram utilizadas as duas fileiras centrais de cada parcela para estudo dos seguintes parâmetros: altura das plantas, obtida através da medida do nível do solo à extremidade superior da planta, em 20 % das plantas de cada parcela; produção de matéria verde, obtida a partir da pesagem de todas as plantas da área útil da parcela, realizada após corte a 15 cm do solo; produção de matéria seca, obtida a partir da produção de matéria verde e do teor de MS de cada genótipo no momento do corte; produção de matéria seca digestível, obtida por meio da porcentagem da digestibilidade (TILLEY e TERRY, 1963) e a respectiva produção de matéria seca.

3.6. Características nutricionais

Para as características nutricionais, foram utilizadas as duas fileiras intermediárias. As plantas foram picadas, homogeneizadas, colocadas em sacos plásticos e previamente identificadas. Ainda nas dependências da EMBRAPA, as amostras foram pesadas e foi feita a pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55 °C. Após a secagem das amostras, o material foi retirado da estufa e deixado à temperatura ambiente por 2 horas para estabilização do peso e então determinou-se a porcentagem de matéria pré-seca. As amostras pré-secas foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1 milímetro, e armazenadas em recipientes de polietileno para as posteriores análises. Essas amostras foram então transportadas para o Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) – Campus de Janaúba - MG, onde foram submetidas às demais análises laboratoriais.

Determinaram-se os teores de matéria seca (MS), em estufa a 105 °C, e cinzas de acordo AOAC (1980); proteína bruta (PB), a partir da determinação do

conteúdo de nitrogênio pelo método de Kjeldahl, e extrato etéreo de acordo com AOAC (1995); fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose e lignina pelo método sequencial de Van Soest *et al.* (1991); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) de acordo com a metodologia descrita por Licitra *et al.* (1996), carboidratos totais e carboidratos não fibrosos (SNIFFEN *et al.*, 1992); nutrientes digestíveis totais (NDT) por meio das equações propostas pelo NRC (2001).

A avaliação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi realizada com as amostras pré-secas a 55 °C em estufa de ventilação forçada durante 72 horas, e posteriormente moídas em peneira com malhas de 5 mm. A DIVMS foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Tilley e Terry (1963), modificada por Holden (1999), através do uso da incubadora *in vitro* da Tecnal® (TE-150), com modificação do material do saquinho utilizado (7,5 x 7,5 cm), confeccionado com tecido não tecido (TNT – 100 g/m²) conforme Casali *et al.* (2008).

O líquido ruminal necessário para a avaliação da digestibilidade foi coletado de dois bovinos mestiços adultos, castrados, providos de cânula ruminal, de aproximadamente 400 kg de peso corporal, retirado pela manhã e proporcionalmente misturado para a obtenção de um líquido composto. Os animais foram alojados em um curral, sendo os mesmos alimentados com silagem de sorgo e concentrado, sal mineral e água *ad libitum* durante os 15 dias anteriores à coleta.

O CO₂ foi inoculado por cerca de 30 segundos antes e após a adição do líquido ruminal, juntamente com o material na fase sólida. Para o inóculo proveniente da fístula ruminal, foi mantida uma proporção de 50 % de material da fase sólida e 50 % de material líquido. Cerca de 400 ml de cada inóculo foi colhido para cada jarro. Em cada jarro da incubadora artificial foram colocados os saquinhos (24 saquinhos + 1 amostra em branco) contendo 2 gramas de

amostra, 1.200 ml de solução-tampão de McDougall e 400 ml de líquido ruminal. Previamente, antes da incubação, foram adicionados a cada 1.200 ml de solução-tampão de McDougall, 20 ml de solução de ureia e 20 ml da solução de glicose. Após o preparo da solução, a mesma foi inoculada com CO₂ com o objetivo de retirar o oxigênio (O₂) e fornecer um ambiente anaeróbio; em seguida foi realizada a incubação dos materiais por 48 horas.

O método de incubação em dois estágios foi realizado pela adição de cerca de 40 ml de ácido clorídrico (HCl) a 6 N e 8 g de pepsina em cada jarro, mantendo-se a 39 °C por mais 24 horas. A pepsina foi previamente dissolvida em 34 ml de água destilada a 35 °C durante cinco minutos em agitador, mantendo-se o pH da solução entre 2,0 e 3,5 (HOLDEN, 1999). Ao término deste período, os jarros foram drenados e os sacos de TNT foram lavados no próprio jarro, cinco a seis vezes com água destilada e uma única lavagem com acetona, o gás contido nos sacos foi removido com delicada pressão das mãos sobre os mesmos e colocados em estufa a 105 °C por 12 horas para secagem. Os filtros de TNT foram pesados com os resíduos para se determinar a matéria seca (MS) e o coeficiente de digestibilidade *in vitro* da MS, tendo sido calculados pela diferença do alimento incubado e pelo resíduo, após a incubação, através da fórmula:

$$\text{DIVMS (\%)} = ((\text{MS do alimento incubado} - (\text{MS do resíduo} \times \text{Fator de correção})) / \text{MS do alimento incubado}) \times 100$$

Em que:

Fator de correção: é o resultado da razão entre o peso da amostra em branco antes de incubar pelo peso da mesma amostra após incubação.

3.7. Delineamento experimental

Para a condução do experimento no campo, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo 17 genótipos e 3 repetições (blocos), totalizando 51 unidades experimentais.

Os dados obtidos no campo foram submetidos à análise de variância segundo um delineamento em blocos ao acaso com três repetições por meio do programa SISVAR (FERREIRA, 2011) e quando a mesma apresentou significância para o teste de “F” as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade, conforme o modelo estatístico a seguir:

$$Y_{ik} = \mu + G_i + B_k + e_{ik}$$

Em que:

Y_{ik} = Observação referente ao genótipo **i** e repetição **k**;

μ = Média geral;

G_i = Efeito do genótipo **i**, com **i**= 1, 2, 3... 17;

B_k = efeito de bloco **k**, onde **k** = 1, 2 e 3;

e_{ik} = O erro experimental associado aos valores observados (Y_{ik}) que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características agronômicas

Avaliando as características agronômicas de dezessete genótipos de sorgo, observou-se na Tabela 1 que estes não diferiram entre si quanto ao número de plantas por hectare ($p>0,05$) e variaram em relação à altura de plantas, produção de matéria verde e produção de matéria seca ($p<0,05$).

TABELA 1. Altura de plantas (ALTPL), produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS) de dezessete genótipos de sorgo

Genótipo	ALTPL (m)	PMV (t ha ⁻¹)	PMS (t ha ⁻¹)
201191	2,90 ^A	35,24 ^A	11,35 ^A
Santa Elisa	2,45 ^B	22,76 ^B	6,54 ^B
BRS008B	1,33 ^D	13,52 ^C	7,31 ^B
2012F47504	2,42 ^B	29,95 ^A	8,24 ^B
2012F47503	2,33 ^B	24,47 ^B	8,48 ^B
BR007B	2,25 ^B	12,05 ^C	7,08 ^B
2012F47525	2,78 ^A	33,43 ^A	11,42 ^A
CMSXS222B	1,92 ^C	16,38 ^C	7,79 ^B
2012F47483	2,33 ^B	23,24 ^B	8,13 ^B
2012F47484	2,78 ^A	27,62 ^A	9,95 ^A
2012F47475	2,93 ^A	16,48 ^C	6,19 ^B
201187025	2,05 ^C	17,43 ^C	8,36 ^B
2012F47524	2,23 ^B	35,33 ^A	8,44 ^B
2012F47523	2,55 ^B	27,90 ^A	9,06 ^A
2012F47515	2,73 ^A	35,14 ^A	9,89 ^A
Volumax	2,03 ^C	24,09 ^B	8,07 ^B
BRS610	1,82 ^C	22,38 ^B	9,32 ^A
Média	-	-	-
CV(%)	13,22	21,52	17,86

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade. CV = Coeficiente de variação.

Os valores médios de altura de plantas variaram entre os genótipos avaliados de 1,33 a 2,93 m ($p<0,05$). A avaliação de altura das plantas é

importante por ser uma característica normalmente correlacionada aos parâmetros de produção (TOMICCH, 2003). Assim, o genótipo 201191 e os híbridos experimentais 2012F47525, 2012F47484, 2012F47475, 2012F47515 se mostraram superiores aos demais, sendo, as menores alturas atribuídas aos genótipos CMSXS222B, 201187025, Volumax e BRS610. Esse fato pode ser explicado provavelmente devido ao genótipo 201191 ser forrageiro e os híbridos experimentais duplos propósitos 2012F47525, 2012F47484, 2012F47475, 2012F47515 apresentarem maiores portes.

Os valores de altura de planta obtidos encontram-se próximos aos observados por Chiesa *et al.* (2008) que, ao avaliarem os aspectos agrônômicos de genótipos de sorgo, obtiveram altura de planta para os genótipos AG 2005E, AG 60298 e o BR 101 de 1,72, 2,16 e 2,52 m, respectivamente.

Cunha e Lima (2010), trabalhando com vinte e nove genótipos de sorgo forrageiro, reportaram altura média da planta de 3,20 m, superior ao do presente trabalho. Entretanto, Perazzo *et al.* (2013), avaliando as características agrônômicas de cinco genótipos de sorgo, observaram que a cultivar 'Ponta Negra' apresentou uma altura de 2,74 m.

Neumann *et al.* (2002b) observaram altura superior para os híbridos forrageiros AG-2002 (2,59 m) e AGX-213 (2,33 m) em comparação aos híbridos de duplo propósito AGX-217 (1,89 m) e AG-2005E (1,72 m).

Quanto à produção de matéria verde, houve variação entre os materiais ($p < 0,05$). O genótipo 201191 e os híbridos experimentais 2012F47504, 2012F47525, 2012F47484, 2012F47524, 2012F47523, 2012F47515 superaram os demais genótipos. Esse comportamento pode ser explicado devido ao genótipo 201191 e os híbridos experimentais 2012F47525, 2012F47484, 2012F47515 apresentarem maiores alturas, resultando em maiores produções.

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. Embora todos os genótipos estudados nesta pesquisa terem apresentado produtividades inferiores a esse valor, este fato pode ser justificado em virtude do veranico ocorrido durante a condução do experimento.

Valores superiores foram relatados por Cunha e Lima (2010) trabalhando com vinte e nove genótipos de sorgo forrageiro que encontraram produção média de matéria verde de 46,77 t ha⁻¹, destacando entre os genótipos mais produtivos, 80Ca84-01Ca87-B1SB88-BCa89; 02-03-01 e IPA 467-4-2 com produções médias de 68,10; 66,57 e 62,30 t ha⁻¹, respectivamente.

Silva *et al.* (2005b) constataram rendimentos de matéria verde variando de 24,06 a 49,33 t ha⁻¹ em dez cultivares de sorgo forrageiro, e Oliveira *et al.* (2005) registraram matéria verde variando de 45,87 a 65,56 t ha⁻¹ em quatro cultivares de sorgo forrageiro.

Estudando as características agrônômicas de cinco genótipos de sorgo, Perazzo *et al.* (2013) não observaram variação ($P>0,05$) para a PMV, apesar dos valores terem variado entre 37,18 e 52,14 t ha⁻¹. Contudo, Rodrigues Filho *et al.* (2006), avaliando o potencial produtivo de híbridos, relataram resultados superiores aos encontrados neste estudo, com PMV variando de 45,87 a 67,56 t ha⁻¹, o que se deve provavelmente às condições edafoclimáticas do local de estudo. Por ser uma planta sensível ao fotoperíodo, o sorgo tem desenvolvimento variável, conforme a região de cultivo e a época de semeadura, o que resulta em variação no rendimento de forragem dentro de e entre materiais distintos (SILVA *et al.*, 2005b).

Como observado na PMV, a produção de matéria seca seguiu a mesma tendência, houve variação entre os materiais ($p<0,05$). Os genótipos 201191, BRS610 e os híbridos experimentais 2012F47525, 2012F47484, 2012F47523, 2012F47515 superaram os demais. O maior valor desta fração atribuído a esses materiais pode ser explicado em função dos maiores teores de PMV e o teor de MS destes genótipos.

Os resultados de produção de matéria seca deste experimento foram inferiores àqueles encontrados por Cunha e Lima (2010) trabalhando com vinte e nove genótipos de sorgo forrageiro em que encontraram produção média de matéria seca de 15,70 t ha⁻¹.

Silva *et al.* (2005b) constataram rendimento variando de 9,42 a 13,43 t ha⁻¹ para a matéria seca, e Oliveira *et al.* (2005) rendimento entre 14,22 e 16,38 t ha⁻¹, superior a deste estudo.

Perazzo *et al.* (2013), avaliando as características agronômicas de cinco genótipos de sorgo, registraram produções de matéria seca oscilando de 10,88 a 12,07 t ha⁻¹, com um acumulado de chuvas de 115 mm. Silva *et al.* (2011), analisando a produção de matéria seca de 25 híbridos de sorgo no Agreste Paraibano, observaram PMS variando entre 7,68 e 20,95 t ha⁻¹, alguns valores substancialmente acima dos obtidos no presente trabalho.

As diferenças entre os resultados deste experimento e os citados nas demais literaturas, para todas as características agronômicas, podem ser devido às diferenças entre os genótipos utilizados, aos diversos estádios de maturação da planta, à ocorrência de ataque de pássaros e às condições climáticas e de cultivo.

Ao analisar os resultados obtidos neste experimento, conclui-se que os materiais têm potencial e podem ser utilizados no plantio durante o período seco do ano.

4.2. Características nutricionais

Observa-se na Tabela 2 que os genótipos de sorgo avaliados neste experimento diferiram entre si quanto aos teores de matéria seca, proteína bruta e nitrogênio insolúvel em detergente neutro ($p < 0,05$). Com relação ao teor de cinzas, não houve diferença entre os genótipos ($p > 0,05$).

TABELA 2. Teores médios de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) de dezessete genótipos de sorgo

Genótipo	MS (%)	Cinzas (%) ¹	PB (%) ¹	NIDN (%) ²
201191	31,43 ^C	4,86 ^A	7,48 ^B	10,00 ^A
Santa Elisa	29,17 ^C	4,70 ^A	5,48 ^C	5,31 ^C
BRS008B	55,81 ^A	4,83 ^A	5,34 ^C	8,39 ^B
2012F47504	27,74 ^C	4,29 ^A	8,45 ^A	12,49 ^A
2012F47503	32,85 ^C	4,48 ^A	7,55 ^B	8,15 ^B
BR007B	54,87 ^A	4,49 ^A	7,23 ^B	7,98 ^B
2012F47525	32,56 ^C	3,79 ^A	6,11 ^C	7,03 ^C
CMSXS222B	44,73 ^B	5,11 ^A	6,25 ^C	7,63 ^C
2012F47483	37,21 ^C	5,17 ^A	7,89 ^B	8,92 ^B
2012F47484	34,04 ^C	4,06 ^A	6,79 ^C	9,21 ^B
2012F47475	34,43 ^C	4,05 ^A	6,69 ^C	6,78 ^C
201187025	45,66 ^B	5,13 ^A	5,92 ^C	5,23 ^C
2012F47524	23,94 ^C	4,51 ^A	7,35 ^B	7,55 ^C
2012F47523	32,57 ^C	4,28 ^A	9,50 ^A	9,70 ^B
2012F47515	30,38 ^C	4,68 ^A	9,22 ^A	4,74 ^C
Volumax	35,39 ^C	4,41 ^A	7,29 ^B	6,62 ^C
BRS610	46,65 ^B	4,96 ^A	6,48 ^C	8,91 ^B
Média	-	4,58	-	-
CV(%)	10,76	22,44	13,94	18,2

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. ¹Dados expressos na matéria seca. ²Dados expressos no N total.

Os teores médios de matéria seca variaram entre os genótipos avaliados de 23,94 a 55,81 % ($p < 0,05$). Os genótipos BRS008B e BR007B considerados graníferos apresentaram teores de matéria seca superiores, de 55,81 e 54,87 %, respectivamente. Nestas condições a planta completa o ciclo mais rápido e o teor de matéria seca se eleva justificando os valores encontrados. Os menores resultados foram obtidos para os genótipos 201191, Santa Elisa, Volumax e os híbridos experimentais 2012F47504, 2012F47503, 2012F47525, 2012F4748, 2012F47484, 2012F47475, 2012F47524, 2012F47523, 2012F47515 que não

diferiram entre si ($p > 0,05$). Os genótipos BRS008B e BR007B são graníferos e, segundo Zago (1991), das frações da planta de sorgo, o colmo é a porção que menos contribui para a elevação do teor de MS, seguido pelas folhas e panícula. Dessa forma, esse comportamento pode ser explicado em função da maior participação da panícula na estrutura física da planta, sendo o principal responsável pela alteração no teor de MS. Aliado a esta característica, o veranico ocorrido durante o cultivo possivelmente contribuiu para aumentar o teor de matéria seca da cultura no momento do corte.

As publicações que relacionam o conteúdo de MS ao consumo são conflitantes e não existe um valor ótimo de MS na dieta para maximizar o consumo. Contudo, vários estudos apresentam dietas acima de 30 % de MS e em dietas baseadas em volumosos úmidos esse teor pode não ser alcançado (NRC, 2001).

Estudando a composição química de diferentes forrageiras, Oliveira *et al.* (2010) relataram teores de matéria seca de 29,5 e 28,2 % , respectivamente para o sorgo-sudão (*Sorghum sudanense* L.) e o sorgo forrageiro, e Perazzo *et al.* (2013) reportaram para o percentual de MS uma variação de 23,25 a 33,34 % , respectivamente para as cultivares ‘Ponta negra’ e ‘IPA 1011’, valores inferiores aos encontrados neste trabalho.

Os resultados da matéria seca aqui obtidos foram superiores àqueles relatados por Rodrigues Filho *et al.* (2006), mensurando a produção do genótipo de sorgo BRS 610, que obtiveram 22,86 % de MS.

Os valores de cinzas variaram de 3,79 a 5,17 % , sendo semelhantes para todos os genótipos testados ($p < 0,05$).

Teores de cinzas implicam a determinação da quantidade de minerais presentes na forrageira, porém altos índices podem representar alto teor de sílica, e esta não contribui nutricionalmente para os animais. As cinzas indicam riqueza de minerais no alimento, mas nunca quais minerais presentes e seus teores.

Geralmente, alimentos de origem animal são ricos em cálcio e fósforo, já os alimentos vegetais possuem baixo valor de matéria mineral (SILVA e QUEIROZ, 2006).

Estudando híbridos de sorgo corte e pastejo, Tamele (2009) encontrou teor médio de 8,37 %, superior a este estudo de cinzas das plantas inteiras. Entretanto, Magalhães *et al.* (2003) avaliaram a composição bromatológica de vinte e cinco híbridos de sorgo forrageiro e constataram valores médios oscilando de 2,83 a 4,16 % de cinzas das plantas inteiras.

Quanto aos teores de proteína bruta, houve diferença entre os genótipos ($p < 0,05$) cujos valores variaram de 5,34 a 9,50 %. Os híbridos experimentais 2012F47504, 2012F47523, 2012F47515 apresentaram teores de PB superiores aos demais ($p < 0,05$), fato que pode ser explicado pelo porte que os classificam como duplo propósito, e isto sugere maiores proporções de panículas e folhas.

Os genótipos avaliados apresentaram índices de PB ideais para o atendimento dos requisitos de nitrogênio pela flora ruminal e para um bom funcionamento do rúmen, que é no mínimo 7 %, com exceção dos genótipos Santa Elisa, BRS008B, CMSXS222B, 201187025, BRS610 e os híbridos experimentais 2012F47525, 2012F47484, 2012F47475 que revelaram valores baixos de PB. Nesse sentido, pode ter ocorrido um decréscimo no conteúdo proteico com a maturidade fisiológica da planta.

Aita (1995) observou diferentes forragens e verificou que os teores de PB das folhas de sorgo não variaram conforme a data de avaliação, mantendo-se constantes, com pequenas variações entre os períodos, enquanto que o teor de PB nos colmos diminui conforme o avanço do estágio fenológico.

Analisando a composição química de diferentes forrageiras, Oliveira *et al.* (2010) relataram teores de proteína bruta próximos ao presente estudo de 6,8 e 5,5 %, respectivamente para sorgo-sudão e sorgo forrageiro. Flaresso *et al.* (2000), no entanto, encontraram teores de PB para o sorgo entre 6,3 e 7,7 %.

Montagner *et al.* (2005) avaliaram o híbrido BR 800 em três cortes sucessivos e constataram valor médio de 20,21 % de PB das plantas inteiras, o qual foi superior aos valores deste trabalho.

Houve diferença entre os genótipos avaliados para os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro que variaram de 4,74 a 12,49 % ($p < 0,05$). O genótipo 201191 e o híbrido experimental 2012F47504 apresentaram teores de NIDN superiores. Os menores resultados foram encontrados para os genótipos Santa Elisa, CMSXS222B, 201187025, Volumax e os híbridos experimentais 2012F47525, 2012F47475, 2012F47524, 2012F47515 que não diferiram entre si ($p > 0,05$). O maior teor de NIDN registrado no genótipo 201191 e no híbrido experimental 2012F47504 pode ser justificado pelo porte da planta, isto é, genótipos mais altos, com maior proporção de colmo, apresentam maior lignificação das frações da planta principalmente o colmo, complexando as proteínas e tornando-as indisponíveis.

Boa parte dos compostos nitrogenados dos volumosos encontra-se ligada à parede celular na forma de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e de nitrogênio insolúvel em detergente ácido. O nitrogênio insolúvel em detergente neutro, mas solúvel em detergente ácido, é digestível, porém de lenta degradação no rúmen, enquanto o nitrogênio retido na forma de NIDA é praticamente indigestível e está geralmente associado à lignina e a outros compostos de difícil degradação (VAN SOEST, 1994).

Valores superiores a este trabalho foram observados por Oliveira *et al.* (2010) que, estudando a composição química de diferentes forrageiras, relataram teores de NIDN de 21 % para o sorgo-sudão e o sorgo forrageiro que foram semelhantes entre si ($p > 0,05$).

Houve diferença entre os genótipos ($p < 0,05$) para os teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose. Quanto aos teores de celulose e lignina, não foram observadas diferenças estatísticas entre os

genótipos analisados (TABELA 3).

Os valores de FDN verificados para todos os genótipos avaliados foram diferentes entre si ($p < 0,05$), sendo que os valores superiores variaram de 59,95 a 63,35 % para os híbridos 2012F47484 e 2012F47483, respectivamente. Os genótipos 201191, BRS008B, BR007B, CMSXS222B, BRS610 e os híbridos experimentais 2012F47503, 2012F47524 apresentaram menores teores de FDN.

Conforme Silva *et al.* (1999), fica evidente a diminuição nas concentrações de FDN com o aumento da participação do componente panícula na composição final da planta. Assim, os maiores valores atribuídos aos genótipos Santa Elisa e 201187025 que são forrageiros e aos híbridos 2012F47504, 2012F47525, 2012F47483, 2012F47484, 2012F47475, 2012F47523, 2012F47515 e Volumax que, em função do porte, podem ser classificados como de duplo propósito, possivelmente apresentam uma proporção de panícula inferior e proporções de folha e colmo superior aos sorgos graníferos cultivados neste experimento.

TABELA 3. Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HCEL) e lignina (LGN) de dezessete genótipos de sorgo

Genótipo	FDN (%) ¹	FDA (%) ¹	CEL (%) ¹	HCEL(%) ¹	LGN (%) ¹
201191	59,02 ^B	31,33 ^A	25,90 ^A	27,69 ^C	7,72 ^A
Santa Elisa	61,75 ^A	26,61 ^B	21,70 ^A	35,13 ^B	6,38 ^A
BRS008B	56,95 ^B	28,18 ^A	29,69 ^A	28,77 ^C	8,29 ^A
2012F47504	61,71 ^A	25,78 ^B	18,01 ^A	35,92 ^B	8,58 ^A
2012F47503	56,52 ^B	30,00 ^A	19,87 ^A	26,52 ^C	6,65 ^A
BR007B	58,43 ^B	28,90 ^A	21,45 ^A	29,52 ^C	8,48 ^A
2012F47525	60,06 ^A	27,75 ^A	20,75 ^A	32,31 ^C	9,13 ^A
CMSXS222B	56,64 ^B	23,49 ^B	22,97 ^A	33,14 ^B	7,36 ^A
2012F47483	63,35 ^A	19,02 ^B	23,02 ^A	44,33 ^A	9,34 ^A
2012F47484	59,95 ^A	28,81 ^A	20,86 ^A	31,14 ^C	7,48 ^A
2012F47475	61,22 ^A	23,03 ^B	23,67 ^A	38,19 ^B	8,58 ^A
201187025	62,85 ^A	31,77 ^A	23,81 ^A	31,08 ^C	7,81 ^A
2012F47524	58,90 ^B	34,23 ^A	22,05 ^A	24,67 ^C	7,12 ^A
2012F47523	61,48 ^A	27,08 ^B	21,83 ^A	34,40 ^B	8,58 ^A
2012F47515	63,02 ^A	26,05 ^B	24,10 ^A	36,96 ^B	8,71 ^A
Volumax	62,54 ^A	31,64 ^A	23,20 ^A	30,90 ^C	8,03 ^A
BRS610	57,24 ^B	23,59 ^B	22,23 ^A	33,65 ^B	7,55 ^A
Média	-	-	22,66	-	7,99
CV(%)	4,2	10,85	16,76	11,39	15,8

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. ¹Dados expressos na matéria seca.

A análise da FDN é muito importante para a determinação do valor nutritivo das forragens, uma vez que esta fração fibrosa está negativamente correlacionada com o consumo (VAN SOEST, 1994). Vale ressaltar que a FDN é uma característica que está diretamente relacionada à velocidade de passagem do alimento pelo trato digestivo, e, quanto menor o nível de FDN maior o consumo de MS. Da mesma forma, o teor de FDN está diretamente relacionado a fatores como o ciclo da cultivar, temperaturas noturnas, teor de carboidratos solúveis, entre outros.

Quanto à variável FDA, houve diferença entre os genótipos ($p < 0,05$), sendo que os valores superiores variaram de 27,75 a 34,23 % para os híbridos 2012F47525 e 2012F47524, respectivamente. Os menores valores oscilaram de 19,02 a 27,08 % respectivamente para os híbridos experimentais 2012F47483 e 2012F47523.

Gonçalves *et al.* (2006) afirmam que teores elevados de FDA dificultam a fragmentação do alimento e sua digestão pelas bactérias ruminais, e, segundo Van Soest (1994), a análise de FDA representa uma estimativa do teor total de celulose e lignina da amostra, sendo inversamente relacionada com a digestibilidade da MS.

Os teores de FDN, bem como FDA, são crescentes na composição das plantas no decorrer do seu estágio vegetativo, devido à maior participação da parede celular das plantas (celulose e hemicelulose) conforme o decorrer da idade (JOCHIMS *et al.*, 2008). De acordo com Müller *et al.* (2006), em consequência da maturidade das plantas, com o avanço do ciclo, ocorre aumento no teor de lignina e aumento da parede celular nos tecidos dos vegetais, devido, principalmente, à diminuição da relação folha/colmo.

As maiores mudanças que ocorrem na composição química das plantas forrageiras são aquelas que acompanham sua maturação. À medida que a planta envelhece, a proporção dos componentes digestíveis tende a diminuir e a de fibras aumentarem. Além disso, os alimentos volumosos com altos teores de FDN possuem maior proporção da fração B2 dos carboidratos que, por fornecerem energia mais lentamente no rúmem, podem afetar a eficiência de síntese microbiana e o desempenho animal, como relataram Ribeiro *et al.* (2001).

Von Pinho *et al.* (2007) observaram valores de FDN (42,9 %) e FDA (26,6 %) para sorgo duplo propósito. Neumann *et al.* (2004) encontraram valor próximo ao deste experimento para a fração FDN (65,03 %), assim como Pesce

et al. (2000) para os valores de FDA (32,9 %) e Resende *et al.* (2003) que relataram valores de FDN variando de 44,8 a 60,4 % e FDA variando de 26,5 a 40,6 % para a cultura de sorgo.

Valores de FDN próximos ao presente estudo e de FDA acima do mesmo foram descritos por Oliveira *et al.* (2010) que observaram teores de FDN de 61,8 e 56,9 % e FDA de 46,2 e 41,1 %, respectivamente para sorgo-sudão e sorgo forrageiro.

As condições climáticas, adubações e alturas de corte podem justificar as diferenças ocorridas entre os dados deste experimento em relação aos demais trabalhos citados.

Os valores de FDN e FDA dos dezessete genótipos avaliados estão próximos aos índices aceitáveis. Conforme Van Soest (1994), os teores de FDN não deveriam superar níveis entre 50 e 60 % e os níveis de FDA não deveriam ultrapassar os 30 %, visto que podem comprometer o consumo e a digestibilidade das forragens, respectivamente. Existe correlação alta e negativa entre FDN e o consumo de matéria seca pelos ruminantes, parâmetro que pode ser utilizado para determinar a qualidade da forragem a ser consumida. Nas condições em que o experimento foi realizado, os índices de FDN indicam que os consumos desses genótipos sejam bons. E ao avaliar os teores de FDA, esses podem indicar boa degradabilidade desses alimentos no rúmen.

Os genótipos testados apresentaram teores de FDN e FDA relativamente altos, o que está de acordo com os altos teores de MS, indicando que os genótipos foram colhidos em estágio avançado de maturação fisiológica. Além disso, é importante ressaltar o veranico enfrentado pela cultura que, possivelmente, contribuiu para elevar o teor da fração fibrosa e da MS.

Os valores de hemicelulose obtidos para todos os genótipos avaliados foram diferentes entre si ($p < 0,05$), sendo o valor superior de 44,33 % atribuído ao híbrido experimental 2012F47483. Os menores resultados foram encontrados

para os genótipos 201191, BRS008B, BR007B, 201187025, Volumax e os híbridos experimentais 2012F47503, 2012F47525, 2012F47484, 2012F47524 que não diferiram entre si ($p>0,05$).

Ferreira (2008) comparou o valor nutricional de quinze híbridos de sorgo para corte e pastejo, e constatou valor médio de 33,7 % de HCEL para os híbridos mutantes BMR, valor próximo ao da presente pesquisa.

Os valores de celulose e lignina obtidos para todos os genótipos avaliados foram semelhantes entre si ($p>0,05$), cujas médias foram de 22,66 e 7,99 %, respectivamente.

O teor de celulose encontrado nos genótipos de sorgo está diretamente ligado à participação da FDA, visto que a celulose é um importante componente dessa fração.

Skonieski *et al.* (2010), mensurando a produção e o valor nutritivo de silagens de sorgo forrageiro e duplo propósito, observaram, para os materiais forrageiros, valores de 21,26 % de HCEL, 23,88 % de CEL e 5,22 % de LGN. Enquanto para os materiais duplos propósitos verificaram-se valores de 24,47 % de HCEL, 25,30 % de CEL e 4,83 % de LGN.

Analisando a composição química de diferentes forrageiras, Oliveira *et al.* (2010) relataram teores de celulose acima dos deste experimento e valores de hemicelulose e lignina inferiores, respectivamente de 38,4; 15,6 e 7,6 % para o sorgo-sudão e 35,8; 15,7 e 5,1 % para o sorgo forrageiro.

Em relação à lignina, o processo de lignificação dos carboidratos estruturais está associado à limitação da degradação da matéria seca pelos micro-organismos do rúmen, reduzindo, assim, o valor nutricional da forragem (CHERNEY *et al.*, 1991).

Conforme Frizzo (2001), a redução no valor nutritivo da forragem, com o avanço do ciclo das plantas, deve-se ao aumento de carboidratos estruturais e lignina nos tecidos de sustentação da planta, bem como a redução na relação

folha:caule e ao aumento na percentagem de material senescente na planta, que apresentam baixa digestibilidade.

Analisando o valor nutricional de dois híbridos de sorgo de corte e pastejo, Tomich *et al.* (2006) observaram em um corte aos 57 dias após o plantio valores médios de 4,10 % de LGN. Gontijo Neto *et al.* (2004) avaliaram híbridos de sorgo forrageiro cultivados sob níveis crescentes de adubação, e registraram valor médio de 6,23 % de LGN das plantas inteiras, valores esses inferiores aos encontrados neste experimento.

Ainda em relação à lignina, altos valores indicam baixa participação da panícula na matéria original, uma vez que esta é a estrutura da planta que exerce maior influência sobre o valor nutritivo.

Analisando os teores de carboidratos totais e carboidratos não fibrosos, observa-se que não houve diferença entre os genótipos para essas características ($p>0,05$). Quanto aos teores de carboidratos fibrosos, os mesmos variaram em função dos genótipos avaliados (TABELA 4).

Os valores de carboidratos totais e carboidratos não fibrosos, obtidos para todos os genótipos avaliados, foram semelhantes entre si ($p>0,05$), sendo os valores médios de 86,38 e 26,28 %, respectivamente.

TABELA 4. Teores médios de carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos fibrosos (CF) de dezessete genótipos de sorgo

Genótipo	CT (%) ¹	CNF (%) ²	CF (%) ²
201191	85,36 ^A	26,33 ^A	59,02 ^B
Santa Elisa	87,20 ^A	25,44 ^A	61,75 ^A
BRS008B	87,79 ^A	30,83 ^A	56,95 ^B
2012F47504	85,78 ^A	24,07 ^A	61,71 ^A
2012F47503	86,61 ^A	30,09 ^A	56,52 ^B
BR007B	85,64 ^A	27,21 ^A	58,43 ^B
2012F47525	89,01 ^A	28,94 ^A	60,06 ^A
CMSXS222B	86,51 ^A	29,86 ^A	56,64 ^B
2012F47483	84,39 ^A	21,03 ^A	63,35 ^A
2012F47484	85,68 ^A	25,73 ^A	59,95 ^A
2012F47475	87,19 ^A	25,96 ^A	61,22 ^A
201187025	86,28 ^A	23,43 ^A	62,85 ^A
2012F47524	84,89 ^A	25,98 ^A	58,90 ^B
2012F47523	85,70 ^A	24,21 ^A	61,48 ^A
2012F47515	86,60 ^A	23,57 ^A	63,02 ^A
Volumax	84,86 ^A	22,32 ^A	62,54 ^A
BRS610	88,90 ^A	31,65 ^A	57,24 ^B
Média	86,38	26,28	-
CV(%)	3,3	15,16	4,2

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. ¹Dados expressos na matéria seca. ²Dados expressos nos carboidratos totais.

Com relação aos valores de carboidratos fibrosos, os genótipos avaliados foram diferentes entre si ($p < 0,05$), cujos valores superiores variaram de 59,95 a 63,35 % para os híbridos 2012F47484 e 2012F47483, respectivamente. Os menores valores variaram de 56,52 a 59,02 % respectivamente para o híbrido 2012F47503 e o genótipo 201191. Esse fato ocorreu em função, principalmente, do maior porte e maiores conteúdos de FDN e/ou FDA encontrados para os genótipos Santa Elisa, 201187025, Volumax e híbridos experimentais 2012F47504, 2012F47525, 2012F47483, 2012F47484, 2012F47475, 2012F47523, 2012F47515 avaliados neste experimento, o que resultou em maior conteúdo de carboidratos fibrosos.

Viana *et al.* (2012), estudando o fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras, constataram no momento da ensilagem, teores semelhantes de carboidratos totais de 81,2 e 82,0 % nas plantas de sorgo-sudão e sorgo-forrageiro, respectivamente. Esses mesmos autores encontraram para as silagens de sorgo-sudão e sorgo forrageiro percentuais médios de carboidratos totais (77,8 e 78,7 %) e carboidratos não fibrosos (19,9 e 25,4 %), respectivamente, sendo inferiores aos observados neste experimento

Os valores de carboidratos totais obtidos neste estudo foram superiores àqueles relatados por Van Soest (1994), constituindo 50 a 80 % da matéria seca das plantas forrageiras.

Cabral *et al.* (2003), pesquisando silagens de sorgo com diferentes proporções de panícula, verificaram que os teores de CNF aumentaram linearmente de 20,82 a 58,38 % e os CT reduziram de 84,01 a 79,50 % com o acréscimo de panículas de 0 a 100 %, respectivamente.

Alimentos ricos em CNF são considerados boas fontes energéticas para aumento no conteúdo dos microrganismos ruminais (CARVALHO *et al.*, 2007) e o sincronismo entre a taxa de digestão das proteínas e dos carboidratos, podendo ter importante efeito sobre os produtos finais da fermentação e sobre a produção animal (NOCEK e RUSSELL, 1988).

O maior teor de CNF, representado pelas frações A + B1, teoricamente, aumentaria o conteúdo de NDT, uma vez que estes carboidratos apresentam quase completa disponibilidade nutricional em ruminantes (MERTENS, 1996; CABRAL *et al.*, 2003). De acordo com Sniffen *et al.* (1992), a fração A é composta de açúcares e a fração B1, de amido, pectina e glucanas. A pectina, apesar de estar localizada na parede celular, pode ser incluída na fração que compreende o conteúdo celular, pois preenche os requisitos de polissacarídeos não amiláceos e é rapidamente digerida no rúmen (VAN SOEST *et al.*, 1991).

Em relação aos teores de extrato etéreo e produção de matéria seca digestível, observa-se na Tabela 5 que os genótipos analisados diferiram entre si ($p < 0,05$). Quanto aos valores de nutrientes digestíveis totais e digestibilidade *in vitro* da matéria seca não houve diferença entre os genótipos.

Houve diferença entre os genótipos avaliados para os teores de extrato etéreo que variaram de 1,45 a 4,18 % ($p < 0,05$). O genótipo Volumax e o híbrido experimental 2012F47524 apresentaram teores de EE superiores aos demais. Os menores resultados foram encontrados para o genótipo BRS610 e os híbridos experimentais 2012F47525, 2012F47523 que não diferiram entre si ($p > 0,05$).

FORAGEIRAS COM MAIOR TEOR DE EE TENDEM A TER VALORES MAIS ALTOS DE NUTRIENTES DIGESTÍVEIS TOTAIS, PELA FATOS DE A GORDURA FORNECER 2,25 VEZES MAIS ENERGIA DO QUE OS CARBOIDRATOS (AGUILAR, 2012). De acordo com o NRC (2001), na maioria das situações, o total de gordura na dieta para ruminantes não deve ultrapassar de 6 a 7 % na MS, pois podem ocorrer reduções na fermentação ruminal, na digestibilidade da fibra e na taxa de passagem, estando todos os genótipos avaliados neste experimento abaixo desse limite.

Estudando composição química de diferentes forrageiras, Oliveira *et al.* (2010) relataram teores de extrato etéreo de 3,8 % tanto para o sorgo-sudão quanto para o sorgo forrageiro. Por outro lado, Mello *et al.* (2004), estudando diferentes silagens, encontraram valores de EE de 3,39 a 3,77 % para o sorgo.

TABELA 5. Teores médios de extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NDT), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e produção de matéria seca digestível (PMSD) de dezessete genótipos de sorgo

Genótipo	EE (%) ¹	NDT (%) ¹	DIVMS (%) ¹	PMSD(t ha ⁻¹)
201191	2,54 ^C	52,37 ^A	63,23 ^A	7,17 ^A
Santa Elisa	2,61 ^C	52,88 ^A	60,05 ^A	3,93 ^B
BRS008B	2,23 ^C	53,71 ^A	57,99 ^A	4,24 ^B
2012F47504	3,14 ^B	52,84 ^A	58,20 ^A	4,86 ^B
2012F47503	3,20 ^B	54,22 ^A	56,20 ^A	4,79 ^B
BR007B	3,15 ^B	53,65 ^A	52,25 ^A	3,70 ^B
2012F47525	1,89 ^D	52,04 ^A	64,60 ^A	7,41 ^A
CMSXS222B	2,55 ^C	54,31 ^A	58,51 ^A	4,59 ^B
2012F47483	2,89 ^B	52,48 ^A	55,35 ^A	4,53 ^B
2012F47484	2,53 ^C	54,56 ^A	58,39 ^A	5,84 ^A
2012F47475	2,64 ^C	54,02 ^A	62,35 ^A	3,82 ^B
201187025	2,64 ^C	51,51 ^A	57,60 ^A	4,80 ^B
2012F47524	3,83 ^A	53,60 ^A	58,99 ^A	4,98 ^B
2012F47523	1,45 ^D	50,73 ^A	58,55 ^A	5,30 ^B
2012F47515	2,23 ^C	49,92 ^A	63,70 ^A	6,36 ^A
Volumax	4,18 ^A	52,83 ^A	55,76 ^A	4,52 ^B
BRS610	1,94 ^D	52,73 ^A	48,96 ^A	4,59 ^B
Média	-	52,85	58,28	-
CV(%)	14,42	3,53	8,79	22,22

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade. CV = Coeficiente de variação. ¹Dados expressos na matéria seca.

Os valores de nutrientes digestíveis totais e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, obtidos para os genótipos avaliados foram semelhantes entre si ($p>0,05$), sendo as médias 52,85 e 58,28 %, respectivamente.

O conteúdo de NDT é importante, uma vez que a energia e proteína são frequentemente os fatores mais limitantes para ruminantes (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Neumann *et al.* (2002), comparando silagens de diferentes híbridos de sorgo, observaram teor de NDT superior para o híbrido AG-2005E (62,20 %) em relação aos híbridos AG-2002 (56,77 %) e AGX-213 (56,40 %). Santos (1996),

trabalhando com silagens produzidas com e sem adubação de base, encontrou para o híbrido AG-2002 um valor para o NDT de 60,93 %, acima dos encontrados neste experimento.

Valores inferiores aos da presente pesquisa foram relatados por Viana *et al.* (2012) que, estudando o fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras, verificaram teores semelhantes de NDT de 47,3 e 49,0 % nas silagens de sorgo-sudão e sorgo-forrageiro, respectivamente.

Pedreira *et al.* (2003), comparando a composição química de oito híbridos de sorgo, relataram teores de NDT variando de 63,1 a 68,4 %, estatisticamente semelhantes para BR-700 e AG-2005, respectivamente, estando acima dos valores médios (55,3 %) reportados por Flaresso *et al.* (2000) e os do presente trabalho.

Analisando o valor nutritivo de diferentes silagens, Oliveira *et al.* (2010) citaram teores semelhantes de NDT de 45,6 e 49,4% para o sorgo-sudão e o sorgo forrageiro, respectivamente. Os teores foram inferiores aos observados nesse trabalho e aos encontrados por Ribeiro *et al.* (2002), que relataram valores de 63,59 % de NDT para as silagens de sorgo.

A digestibilidade é a capacidade do alimento em permitir que o animal utilize seus nutrientes em menor ou maior escala. Vários fatores podem interferir nos coeficientes de digestibilidade dos alimentos, principalmente a maturidade da planta, quando se trata de forrageiras, exercendo um efeito negativo sobre a digestibilidade dos nutrientes, principalmente, em função da redução no teor de proteína e do aumento da lignificação da parede celular (OLIVEIRA *et al.* 1991).

A digestibilidade dos sorgos duplos propósitos tende a ser maior que a digestibilidade dos sorgos forrageiros em razão da maior quantidade de panículas presentes. A panícula é a fração da planta de sorgo que apresenta maior coeficiente de digestibilidade da MS (ZAGO, 1997). Para Araújo (2002),

o aumento da participação de panícula na planta do sorgo, acompanhada por aumento na quantidade de amido, seria capaz de compensar a redução da digestibilidade devido ao avanço da maturidade da planta.

Gontijo neto *et al.* (2002), avaliando híbridos de sorgo cultivados sob níveis crescentes de adubação, relataram média superior de digestibilidade *in vitro* da matéria seca para o híbrido AG-2005E (61,69 %) e inferior para os híbridos AG-2002 (54,56 %), AG-X202 (54,61 %), AG-X213 (52,97 %) e AG-X215 (53,79 %) que foram semelhantes entre si.

Silva *et al.* (2005) observaram que a DIVMS das silagens de sorgo não foram influenciadas pelos inoculantes microbianos, registrando valores médios de 59,7 e 60,2 %, respectivamente, nas silagens tratadas ou não. Esses resultados foram superiores aos observados neste experimento.

Quanto aos valores de produção de matéria seca digestível, os genótipos avaliados foram diferentes entre si ($p > 0,05$), sendo que os valores superiores variaram de 5,84 a 7,41 t ha⁻¹ respectivamente para os híbridos experimentais 2012F47484 e 2012F47525. Os menores valores variaram de 3,70 a 5,30 t ha⁻¹ respectivamente para o genótipo BR007B e o híbrido experimental 2012F47523. Os maiores valores de PMSD atribuídos ao genótipo 201191 e aos híbridos experimentais 2012F47525, 2012F47484 e 2012F47515 podem ser explicados pelos altos teores de PMS apresentados por esses materiais.

A produção de matéria seca digestível é função da produção de matéria seca da forrageira e de sua digestibilidade. A PMSD é uma forma de conciliar produtividade com o valor nutritivo, ou seja, a associação entre as grandezas de volume e qualidade. Por isso, a produção de matéria seca digestível, nada mais é do que o resultado da multiplicação da produtividade de matéria seca pela sua digestibilidade, indicando o que efetivamente é produzido na área e fornecido de nutrientes aos animais (TOMICH, 2003).

Avaliando a produtividade de genótipos de sorgo forrageiro sob níveis crescentes de adubação, Gontijo Neto *et al.* (2002) observaram valores de PMSD variando ente 8,0 a 9,2 t ha⁻¹, sendo que esses valores foram superiores aos constatados neste estudo.

O potencial forrageiro de seis genótipos de sorgo com capim-Sudão foi avaliado por Gontijo *et al.* (2008). As PMSD encontradas foram de 0,86; 0,88; 1,12; 0,65; 2,05 e 1,12 t ha⁻¹, todas inferiores às produções da presente pesquisa.

Botelho *et al.* (2010), comparando o Volumax e o BRS 610, tanto na rebrota (6,40 e 7,20 t ha⁻¹) quanto no sorgo do ano (9,10 e 10,30 t ha⁻¹), verificaram maiores produções de matéria seca digestível desses materiais devido a suas maiores produções de matéria seca. No experimento, o AG 2005E e Qualimax, nas duas condições analisadas, obtiveram-se as maiores DIVMS e menores PMSD (5,30 e 5,40 t ha⁻¹ na rebrota e 8,30 e 8,40 t ha⁻¹ no sorgo do ano), respectivamente.

Baseado nos dados deste estudo, sugere-se que a maximização da PMSD por hectare tenha sido em função da maior produção, já que a digestibilidade *in vitro* da matéria seca se manteve constante.

5. CONCLUSÕES

O genótipo 201191 e os híbridos experimentais 2012F47525, 2012F47484 e 2012F47515 foram superiores aos demais, pois apresentaram valores elevados de PMSD, sendo os materiais com melhor potencial para produção de silagem de qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, P. B. **Avaliação agronômica e nutricional de genótipos de sorgo mutantes BMR e normais utilizados para corte e pastejo.** 2012. 88 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2012.

AITA, V. **Utilização de diferentes pastagens de estação quente na recria de bovinos de corte.** 102 f. 1995. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.

ANDRADE NETO, R. C. *et al.* Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.2, p.124-130, 2010.

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 181, p. 15-19. 1994.

ARAÚJO, V. L. **Momento de colheita de três genótipos de sorgo para produção de silagem.** 2002. 47 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2002.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** 13 ed. Washington, D.C.: AOAC, 1980. 1015 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Pepsin digestibility of animal protein feeds.** In: Official methods of analysis of AOAC international. 16th ed. Arlington, Virginia : Patricia Cunniff, 1995. Cap. 4. p.15-16.

BERNARDINO, M. L. A. **Avaliação Nutricional de Silagens de Híbridos de Sorgos (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de Porte médio com Diferentes teores de taninos e Suculência no Colmo.** 1996. 87 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.

BORGES, A. L. C. C. **Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo, e seus padrões de fermentação.** 1995. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Escola de Veterinária - UFMG, Belo Horizonte 1995.

BOTELHO, P. R. F **Avaliação agrônômica e nutricional da rebrota anual de quatro genótipos de sorgo para produção de silagem na região Norte de Minas Gerais.** 2010. 89 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2010.

CABRAL, L. S. *et al.* Composição químico-bromatológica, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 32, n. 5, p. 1250-1258, 2003.

CARVALHO, L. F. *et al.* Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 185-192, 2000.

CARVALHO, G. G. P. *et al.* Fracionamento de carboidratos de silagem de capim-elefante emurcheado ou com farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 36, n. 4, p. 1000-1005, 2007.

CASALI, A. O. *et al.* Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.

CHERNEY, J. H. *et al.* Potential of brown-midrib, low-lignin mutants for improving forage quality. **Advances in Agronomy**, Newark, v. 46, p. 157-198, 1991.

CHIESA, E. D. *et al.* Aspectos agrônômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados. **Revista Acta scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 67-73, 2008.

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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412 p.

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

FARIA JR, W. G. **Avaliação agrônômica e nutricional do híbrido de sorgo BRS-610 [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e de suas silagens em oito idades de corte**. 2008. 102 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte-MG, 2008.

FARIA JR., W. G. *et al.* Silagem de sorgo para gado de leite. In: GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. (Eds.). **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. p. 43-64.

FERREIRA, D. A. **Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim sudão mutantes, portadores de nervura marrom, submetidos a regime de cortes sucessivos**. 2008. 81 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Escola de Veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FLARESSO, J. A., GROSS, C. D.; ALMEIDA, E. X. Cultivares de milho e sorgo para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 29, n. 6, p. 1608-1615, 2000.

FRIZZO, A. **Níveis de suplementação energética em pastagem hibernal na recria de terneiras de corte.** 2001. 109 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2001.

GOMES, S. O. *et al.* Comportamento agrônômico e composição químico-bromatológico de cultivares de sorgo forrageiro no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 221-227, 2006.

GONÇALVES, J. R. S. *et al.* Substituição do grão de milho pelo grão de milheto em dietas contendo silagem de milho ou silagem de capim-elefante na alimentação de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 39, n. 9, p. 2032-2039, 2006.

GONTIJO NETO, M. M. **Rendimento e valor nutritivo de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob níveis crescentes de adubação.** 2000. 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2000.

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.

GONTIJO NETO, M. M. *et al.* Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. Características agrônômicas, carboidratos solúveis e estruturais da planta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 33, , p.1975-1984, 2004. Suplemento 2

GONTIJO, M. H. R. *et al.* Potencial forrageiro de seis híbridos de sorgo com capim-Sudão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 7, n. 1, p. 33-43, 2008.

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

JOCHIMS, F. *et al.* Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milheto recebendo ou não suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 39, p. 572-581, 2008.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. **Clima**: cultivo do sorgo. 7. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, set. 2012.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

LIMA, C. B. *et al.* **Potencial forrageiro e avaliação bromatológica de híbridos de sorgo com capim-sudão**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. p.1-36. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 18).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Ecofisiologia**: cultivo do sorgo. 7. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: MG. EMBRAPA CNPMS, 2003. 4 p. (Boletim técnico, 86).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Ecofisiologia da Produção de Sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2003. 4 p. (Comunicado Técnico, 87).

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, v. 27, n. 4, p. 483-490, 2005.

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

MERTENS, D. R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGES INDUSTRIES, 1996, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin: [s. n.], 1996. p. 81-92

MINSON, D. J. Forage in ruminant nutrition. **Agronomy Journal**, [s.l.], v. 82, n.7, p. 687-690, 1990.

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

MÜLLER, L. *et al.* Forragem hidropônica de milho: produção e qualidade nutricional em diferentes densidades de semeadura e idades de colheita. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1094-1099, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, D.C. National Academy of Science, National Academy Press, 1989. 157 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381 p.

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, p. 302-312, 2002. Suplemento

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**, v. 31, n. 1, p. 302-312, 2002b. Suplemento1.

NEUMANN, M. *et al.* 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, v. 3, n. 3, p. 438-452, 2004.

NEUMANN, M. *et al.* Qualidade de forragem e desempenho animal em pastagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.), fertilizada com dois tipos de adubo, sob pastejo contínuo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 221-226, abr. 2005.

NOCEK, J. E.; RUSSELL, J. B. Protein and energy as an integrated system: relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, Philadelphia, v. 71, n. 8, p. 2070-2107, 1988.

OLIVEIRA, W. H. *et al.* Valor nutritivo da cana-de-açúcar adicionada de níveis crescentes de uréia. I. Digestibilidade aparente e partição da digestão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa – PB. **Anais...**João Pessoa: SBZ, 1991, p. 239.

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, n. 1, p. 45-53, 2005.

OLIVEIRA, L. B. *et al.* Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo Sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 39, n. 1, p. 61-67, 2010.

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.

PERAZZO, A. F. *et al.* Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n.10, p. 1771-1776, 2013.

PESCE, D. M. C. *et al.* Análise de vinte genótipos (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), de portes médios e altos, pertencentes ao ensaio nacional. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 29, n. 4, p. 978-997, 2000.

RABELO, F. H. S. *et al.* Parâmetros agronômicos do sorgo em razão de estratégias de semeadura e adubação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 5, n.1, p. 47-66, 2012.

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

REZENDE, P. M.; *et al.* Rendimento forrageiro da rebrota do sorgo em sistema de produção consorciado com soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 2, p. 362-368, 2011.

RIBAS, M. N. **Avaliação agronômica e nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão, normais e mutantes BMR – portadores de nervura marron.** 2010. 140 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – UFMG, Belo Horizonte, 2010.

RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. **Cerrado:** caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 899 p.

RIBEIRO, E. L. A. *et al.* Silagem de girassol (*Helianthus annuus* L.), milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para ovelhas em confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 299-302, 2002.

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

SANS, L. M. A.; MORAIS, A. V. C.; GUIMARÃES, D. P. **Época de plantio de sorgo.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2003. (Comunicado Técnico 80)

SANTOS, L. A. **Silagens de milho e sorgo:** rendimento, qualidade e custo operacional. 1996. 131f. Dissertação (mestrado em produção vegetal) –

Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1996.

SAUCEDO, O. M. Empleo del sorgo en la alimentación animal y humana. In: TALLER NACIONAL SOBRE EMPLEO DEL SORGO, 2008, Villa Clara, Cuba. **Anais...** Villa Clara, Cuba: Universidad Central de Las Villas. 2008. p. 69-117.

SILVA, F. F. *et al.* Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo+folhas/panícula. 1. Avaliação do processo fermentativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 28, n. 1, p. 14-20, 1999.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botânica Brasilica**, Feira de Santana, v. 19, n. 1, p. 183-194, 2005.

SILVA, A. G. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo forrageiro semeados em diferentes épocas do ano. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 1, p. 112-125, 2005b.

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

SILVA, T. C. *et al.* Agronomic divergence of sorghum hybrids for silage yield in the semiarid region of Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 40, n. 9, p. 1886-1893, 2011.

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

SNIFFEN, C. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.

STREETER, M. N. *et al.* The effect of sorghum grain variety on site and extent of digestion in beef heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 4, p. 1121-1132, 1990.

TAMELE, O. H. **Manejo de híbridos de sorgo e cultivares de milho em sistema de pastejo rotativo**. 2009. 72 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 2009.

TILLEY, J. M.; TERRY, R. A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford. v. 18, p. 104-111, 1963.

TOMICH, T. R. **Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) avaliados em regime de corte**. 2003. 84 f. Dissertação (Doutorado em Ciência Animal) Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2003.

TOMICH, T. R. *et al.* Valor nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão em comparação ao de outros volumosos utilizados no período de baixa disponibilidade das pastagens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 6, p. 1249-1252, 2006.

VALENTE, J. O. Introdução. In: **Manejo cultural do sorgo para forragem**. , Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1992. p. 5-7 (Circular Técnica, 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 ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476 p.

VIANA, P. T.; PIRES, A. J. V.; OLIVEIRA, L. B. *et al.* Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 41, n. 2, p. 292-297, 2012.

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

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. de. **Cultura do sorgo**: textos acadêmicos. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 76 p.

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

WILLIAMS, B. A. Cumulative gás-production techniques for forage evaluation. In: GIVENS, D.I., OWEN, E., OMED, H.M. et al. (Eds.). **Forage Evaluation in Ruminant Nutrition**. Wallingford: CAB International. 2000. 475 p.

ZAGO, C. P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1991. p. 169-217.

ZAGO, C. P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manejo cultural do sorgo para forragem**. Sete Lagoas-MG: CNPMS, 1992. 66 p. (Circular Técnica, 17).

ZAGO, C. P. **Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes: manejo cultural do sorgo para forragem**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1997. p. 9-26. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 17).