



**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E  
VALOR NUTRICIONAL DE GENÓTIPOS  
DE SORGO FORRAGEIRO**

**LUCIANA OLIVA BARBOSA LIMA**

**2014**

**LUCIANA OLIVA BARBOSA LIMA**

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR  
NUTRICIONAL DE GENÓTIPOS DE SORGO  
FORRAGEIRO**

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. D. Sc. Daniel Ananias de Assis Pires**

**UNIMONTES  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2014**

Lima, Luciana Oliva Barbosa

L732c Características agronômicas e valor nutricional de genótipos de sorgo forrageiro [manuscrito] / Luciana Oliva Barbosa Lima. – 2014.  
41 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

LUCIANA OLIVA BARBOSA LIMA

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR NUTRICIONAL DE  
GENÓTIPOS DE SORGO FORRAGEIRO**

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

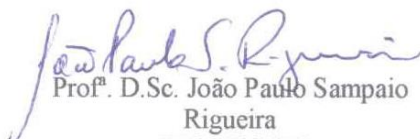
**APROVADA em 26 de AGOSTO de 2014.**



Prof. D.Sc. Daniel Ananias de Assis  
Pires  
UNIMONTES  
(Orientador)



Prof. D.Sc. Dorismar David Alves  
UNIMONTES



Prof. D.Sc. João Paulo Sampaio  
Rigueira  
UNIMONTES



D.Sc. Maria Celuta Machado Viana  
Empresa de Pesquisa Agropecuária  
de Minas Gerais -EPAMIG

**JANAÚBA**  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2014

Àquela que renovou em mim a vontade de viver e vencer, de quem o sorriso diário me serviu de combustível para a conclusão deste projeto de vida... Marina, vida minha!

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, minha fonte inesgotável de sabedoria, por permitir que se faça em mim a Sua vontade e me guiar em cada caminho por Ele traçado;

Ao meu esposo, amigo, companheiro fiel, por ajudar a me erguer quando surgia o desânimo, pela compreensão e apoio de todos os dias;

Aos meus pais, que não permitiram que faltasse à Marina o carinho e atenção de que precisou durante os dias de intensa dedicação aos estudos;

Ao professor Dr. Daniel Ananias de Assis Pires, meu amigo, pelo auxílio e orientação, sem os quais este projeto não seria possível. Agradeço-o especialmente por todos os ensinamentos nesses anos durante os quais trabalhamos juntos;

Ao pesquisador Dr. José Avelino Santos Rodrigues, pela humildade com que resolveu todas as dúvidas e por tornar possível a realização de todo o experimento a campo;

Aos funcionários e estagiários da Embrapa Milho e Sorgo, por contribuírem na execução dos trabalhos a campo e preparo de amostras;

Aos alunos de iniciação científica e funcionários do Laboratório de Bromatologia - UNIMONTES, que auxiliaram na condução das análises laboratoriais;

Aos colegas de mestrado por compartilharem conhecimentos e pelo convívio nesse tempo, em especial à Karla, Daniella, Sandra e Laize por toda a cumplicidade e sincera amizade;

Aos professores do programa de Pós Graduação em Zootecnia, por dividirem conhecimentos tornando-se peças indispensáveis na construção do saber;

À pesquisadora Dra. Maria Celuta Machado Viana e aos professores Dr. Dorismar David Alves e Dr. João Paulo Sampaio Rigueira, por contribuírem para o aprimoramento deste trabalho;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, por possibilitar a realização do experimento a campo;

À Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), pela oportunidade de estudo;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsa.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT .....	i
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A origem do sorgo .....	3
2.2. Características da planta .....	4
2.3. Clima .....	7
2.4. Características agronômicas .....	8
2.5. Características nutricionais .....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	14
3.1. Locais de cultivo e dados climáticos .....	14
3.2. Plantio e colheita.....	15
3.3. Materiais avaliados .....	16
3.4. Características avaliadas .....	16
3.5. Análises estatísticas .....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1. Características agronômicas .....	19
4.2. Características bromatológicas .....	26
5. CONCLUSÕES .....	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34



LIMA, Luciana Oliva Barbosa. **Características agronômicas e valor nutricional de genótipos de sorgo forrageiro**. 2014. 41 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil.<sup>1</sup>

**RESUMO** – Este trabalho teve por objetivo avaliar 24 genótipos de sorgo em quatro regiões brasileiras (Sete Lagoas-MG, Nova Porteirinha-MG, Passo Fundo-RS e Goiânia-GO) para determinação de suas características agronômicas e valor nutricional. Determinaram-se as produções de matéria verde e matéria seca (PMV e PMS), o número de dias para o florescimento e a altura de plantas dos genótipos cultivados nas quatro cidades. Os materiais plantados em Sete Lagoas foram avaliados quanto aos teores de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HCEL) e lignina, e quanto à digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Para as variáveis agronômicas, os genótipos 12F38019, 12F38006, 12F40006, 12F40005, 12F40019, 12F37016, 12F37005, 12F37043, 12F39006, 12F39005, 12F39019, 12F38005, 12F38007, 12F37007, 12F39007, 12F40007, 12F38014, 12F37014, 12F39014, 12F40014, 12F38009, BRS610, BRS655 e VOLUMAX diferiram entre si, em todos os municípios. O BRS655 apresentou média superior de PMV nas quatro cidades, mas sua produção variou entre municípios, assim como para os demais genótipos, à exceção do 12F40005, 12F39005, 12F38007, 12F37007, 12F39007, 12F38014, 12F39014, 12F38009 e 12F40014, que mantiveram suas produções nos diferentes locais. O 12F37005 foi superior quanto à PMS em todos os municípios, mas sua produção variou entre locais, assim como para os demais genótipos, à exceção do 12F38006, 12F40005, 12F38007, 12F37007, 12F39007, 12F39014, 12F40014, 12F38009 e IF305 que mantiveram suas produções. Houve efeito do local de cultivo sobre o número de dias para o florescimento para todos os genótipos estudados. Os genótipos 12F38019, 12F40019, 12F37005, 12F37043 e VOLUMAX foram os mais tardios em três das quatro cidades. Os genótipos 12F38006, 12F40006 e 12F37016 foram superiores quanto à altura de plantas, que variou entre municípios. Apenas o VOLUMAX manteve seu crescimento. Analisando o valor nutricional, os genótipos não diferiram entre si quanto aos teores de FDA e cinzas, mas houve diferença entre eles para as demais características. Os teores de MS, PB e FDN variaram de 37,15 a 50,13, 5,51 a 10,28 e 43,57 a 65,69%, respectivamente. Os menores valores de lignina

<sup>1</sup>**Comitê de Orientação:** Prof. D. Sc. Daniel Ananias de Assis Pires – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Pesquisadora D. Sc. Maria Celuta Machado Viana – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/ EPAMIG (Co-orientadora).

foram obtidos nos genótipos 12F40014 e 12F39014 (2,14 e 3,32, respectivamente). Os genótipos 12F38019, 12F37016, 12F39005, 12F39019, 12F37007, 12F37014, 12F39014 e BRS655 apresentaram os melhores valores de DIVMS. O genótipo 12F37005 apresentou o melhor desempenho agrônomico e o genótipo 12F39014 se destacou entre os demais em relação ao valor nutricional.

**Palavras-chave:** *Sorghum bicolor* (L) Moench, híbridos, produtividade, composição bromatológica.

---

<sup>1</sup>**Comitê de Orientação:** Prof. D. Sc. Daniel Ananias de Assis Pires – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Pesquisadora D. Sc. Maria Celuta Machado Viana – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/ EPAMIG (Co-orientadora).

LIMA, Luciana Oliva Barbosa. **Agronomic characteristics and nutritional value of sorghum genotypes.** 2014. 41 p. Dissertation (Master's Degree in Zootechnics)– Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil.<sup>2</sup>

**ABSTRACT** - This study aimed to evaluate 24 genotypes of sorghum in four Brazilian regions (Sete Lagoas-MG, Nova Porteirinha-MG, Passo Fundo-RS e Goiânia-GO) to determine their agronomic characteristics and nutritional value. It was determined the production of green matter and dry matter (PGM and PDM), the number of days to flowering and the plant height of the genotypes grown in the four cities. The materials were planted in Sete Lagoas assessed for dry matter (DM), ashes, crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose (CEL), hemicellulose (HCEL ) and lignin, and about the in vitro digestibility of dry matter (IVDDM). For the agronomic variables, the genotypes of 12F38019, 12F38006, 12F40006, 12F40005, 12F40019, 12F37016, 12F37005, 12F37043, 12F39006, 12F39005, 12F39019, 12F38005, 12F38007, 12F37007, 12F39007, 12F40007, 12F38014, 12F37014, 12F39014, 12F40014, 12F38009, BRS610, BRS655 e VOLUMAX differ from each other in all municipalities. The BRS655 showed better average of PGM in the four cities, but its production varied between municipalities, as well as to the other genotypes, except for 12F40005, 12F39005, 12F38007, 12F37007, 12F39007, 12F38014, 12F39014, 12F38009 and 12F40014 that kept their productions in different locations. The 12F37005 was superior to the PDM in all municipalities, but its production varied between locations, as well as to the other genotypes, except for 12F38006, 12F40005, 12F38007, 12F37007, 12F39007, 12F39014, 12F40014, 12F38009 and IF305 that kept their productions. There was no effect of growing site on the number of days to flowering for all genotypes studied. The genotypes of 12F38019, 12F40019, 12F37005, 12F37043 and VOLUMAX were the most delayed in three of the four cities. The genotypes of 12F38006, 12F40006 e 12F37016 were higher in relation of the plant height, which varied between municipalities. Only the VOLUMAX maintained its growth. Analyzing the nutritional value, the genotypes did not differ in how the levels of ADF and ash, but there were differences between them for the other traits. The DM, CP and NDF levels ranged from 37,15 a 50,13, 5,51 a 10,28 e 43,57 a 65,69%, respectively. The lowest values of lignin were obtained in the genotypes of 12F40014 e 12F39014 (2,14 e 3,32, respectively). The genotypes of 12F38019, 12F37016, 12F39005, 12F39019, 12F37007, 12F37014, 12F39014 e BRS655 showed the best values of IVDDM. The

<sup>2</sup>**Guidance Committee:** Prof. PhD. Daniel Ananias de Assis Pires – Department of Agricultural Sciences/UNIMONTES (Advisor); Researcher PhD. Maria Celuta Machado Viana – *Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/ EPAMIG* (Co- Advisor).

12F37005 genotype showed the best agronomic performance and 12F39014 genotype stood out among the rest in relation to nutritional value.

**Keywords:** *Sorghum bicolor* (L) Moench, hybrids, productivity, bromatological composition.

---

<sup>2</sup>**Guidance Committee:** Prof. PhD. Daniel Ananias de Assis Pires – Department of Agricultural Sciences/UNIMONTES (Advisor); Researcher PhD. Maria Celuta Machado Viana – *Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/ EPAMIG* (Co- Advisor).

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países de maior potencial de produção pecuária a pasto, determinado principalmente pelas suas condições climáticas e vasta extensão territorial (COSTA *et al.*, 2004). Entretanto, em grande parte do país, essa produção é afetada pela ocorrência de precipitações que se distribuem de maneira irregular, concentradas num curto período chuvoso, seguido de um longo período sem chuvas. Essa característica climática é o principal fator responsável pela variação na produtividade das forrageiras.

A escassez de forragem, agravada no período seco, e o baixo valor nutritivo das forrageiras de ocorrência natural comprometem o crescimento e o desenvolvimento dos animais, acarretando queda de produtividade e comprometendo a produção de leite e carne (LIMA *et al.*, 2004). O cultivo de plantas mais resistentes ao estresse hídrico ameniza os efeitos da estacionalidade de produção das forrageiras e garante a manutenção da produção animal durante o ano todo.

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é uma cultura que, no contexto da agropecuária brasileira, destaca-se por ser uma gramínea bastante energética, com alta digestibilidade, produtividade e adaptação a ambientes secos e quentes, nos quais é difícil o cultivo de outras espécies (BUSO *et al.*, 2011). No entanto, assim como as mais diversas espécies de plantas, o desenvolvimento do sorgo e sua produtividade estão associados, além da genética, a fatores ambientais, tais como, pluviosidade, temperatura e radiação solar.

Como o Brasil apresenta grande diversidade em termos de condições climáticas, não se espera que o comportamento dos híbridos de sorgo seja equivalente em todas as regiões. O sorgo responde às mudanças ambientais, principalmente temperatura e comprimento do dia. A identificação de cultivares de sorgo adaptados a cada região torna-se essencial à medida que

a cultura se expande para plantio em diferentes épocas e regiões edafoclimáticas (SILVA *et al.*, 2013).

Sendo assim, objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico de 24 genótipos de sorgo em quatro regiões brasileiras e as características bromatológicas dos genótipos cultivados em Sete Lagoas, MG.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A origem do sorgo

O sorgo é uma das culturas mais importantes no mundo agrícola, sendo o quinto cereal mais cultivado, vindo depois do trigo, arroz, milho e cevada, e constitui a maior fonte de alimento e de rações na África, Oriente e Oriente Médio, especialmente na Nigéria, Etiópia e Índia (SOUZA *et al.*, 2005).

A origem do sorgo está provavelmente na África, embora algumas evidências indiquem que possa ter havido duas regiões de dispersão independentes: África e Índia. A domesticação do sorgo, segundo registros arqueológicos, deve ter ocorrido por volta de 3.000 a.C, ao mesmo tempo em que a prática da domesticação e cultivo de outros cereais era introduzida no Egito Antigo, a partir da Etiópia. Na primeira década do século XX, o sorgo foi extensivamente cultivado nos Estados Unidos (EUA) para produção de xarope ou melão (RIBAS, 2003).

Após longo período de adaptação da cultura, várias experiências e trabalhos de melhoramento foram realizados visando atender às novas modalidades de utilização e diferentes métodos culturais. Dessa forma, foi nos EUA que, por meio do melhoramento genético de cultivares antigas, chegou aos diferentes tipos cultivados hoje (VON PINHO e VASCONCELOS, 2002). A moderna planta de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é um produto da intervenção do homem que, a partir da domesticação desta espécie por séculos, foi submetido a mudanças, a fim de atender às exigências e demandas do ser humano (DINIZ, 2010).

No Brasil, o sorgo provavelmente surgiu da mesma forma como chegou à América do Norte e Central: através dos escravos africanos. Nomes tais como Milho d'Angola ou Milho da Guiné, encontrados na literatura, e, até hoje, no vocabulário do nordestino do sertão, sinalizam que, possivelmente, as primeiras sementes de sorgo trazidas ao Brasil entraram

pelo Nordeste, no período de intenso tráfico de escravos para trabalhar na atividade açucareira. Mais recentemente, a partir da segunda década do século XX até fins dos anos sessenta, a cultura foi reintroduzida de forma ordenada no país através dos institutos de pesquisa públicos e universidades. O sistema de produção e distribuição de sementes melhoradas, no entanto, só viria a se desenvolver mais tarde, entre fins dos anos sessenta e começo dos anos setenta. A área cultivada com sorgo deu um salto extraordinário a partir do início dos anos noventa. O Centro-Oeste é a principal região de cultivo de sorgo granífero, enquanto o Rio Grande do Sul e Minas Gerais lideram a área de sorgos forrageiros (RIBAS, 2003).

Existe grande diversidade genética entre plantas de sorgos comercializadas no Brasil, o que permitiu o desenvolvimento de trabalhos de melhoramento que, proporcionaram a obtenção de grande número de híbridos e cada um desses materiais apresenta características agronômicas e valor nutritivo diferentes (MAGALHÃES *et al.*, 2006).

## **2.2. Características da planta**

O sorgo é uma planta monoica, pertencente à família Poaceae. É uma espécie basicamente autógama, com flores perfeitas e taxa de polinização cruzada em torno de 5%, que ocorre principalmente pelo vento (VON PINHO e VASCONCELOS, 2002).

É uma planta herbácea, que possui espículas hermafroditas, misturadas com masculinas em uma panícula terminal, sendo as glumas das espículas ovoides, tridentadas na ponta. As espécies são, geralmente, gramíneas anuais, raras vezes perenes, têm colmos altos e espessos, cheios de uma seiva doce. As folhas lineares são compridas e largas, semelhantes às do milho (SCHIMIDT, 1987) e de boa aceitação pelos animais.

As plantas apresentam intenso perfilhamento, com razoável quantidade de grãos, e um sistema radicular ramificado e profundo



(FORNAZIERI JUNIOR *et al.*, 1999), que lhes conferem maior eficiência na absorção de água do solo (MAGALHÃES e DURÃES, 2003).

Sua estrutura radicular é composta por raízes que, por possuírem sílica na endoderme, grande quantidade de pelos absorventes e altos índices de lignificação de periciclo, proporcionam à cultura maior tolerância à seca do que as demais. O caule por sua vez é dividido em nós e entrenós, e folhas ao longo de toda a planta. Sua inflorescência é uma panícula e seu fruto é uma cariopse ou grão seco (DINIZ, 2010).

Os tipos de raízes encontrados no sorgo são: primárias ou seminais, secundárias e adventícias. As primárias podem ser uma ou várias, são pouco ramificadas e morrem após o desenvolvimento das raízes secundárias. As secundárias desenvolvem-se no primeiro nó, são bastante ramificadas e formam o sistema radicular principal. Já as adventícias podem aparecer nos nós acima do solo e são ineficientes na absorção de água e nutrientes, sua função é mais de suporte (MAGALHÃES *et al.*, 2012).

O sorgo é uma espécie do tipo C<sub>4</sub>, de dias curtos e apresenta altas taxas fotossintéticas e capacidade de rebrota. O desenvolvimento da planta de sorgo passa por três fases distintas: EC1, que vai do plantio à iniciação da panícula; EC2, que compreende a iniciação da panícula até o florescimento; e EC3, que vai do florescimento à maturação fisiológica (MAGALHÃES *et al.*, 2012). A extensão do ciclo vegetativo do sorgo depende da cultivar considerada, sendo algumas delas sensíveis ao fotoperíodo, porém a maioria completa o seu ciclo entre 90 e 120 dias após o plantio (MELLO, 2003).

Durante as três etapas de crescimento, a fotossíntese, o particionamento de fotoassimilados e a divisão e expansão celular devem estar ajustados, visando um bom rendimento da cultura. É fundamental pensar que o rendimento final é função tanto da duração do período de enchimento de grãos como da taxa de acumulação de matéria seca diária (MAGALHÃES *et al.*, 2012).

O sorgo é uma planta com características xerofílicas que, além da sua baixa exigência em termos de riqueza mineral do solo, apresenta

tolerância aos fatores abióticos, tais como estresse hídrico e salinidade (CYSNE e PITOMBEIRA, 2012). A tolerância ao estresse hídrico se deve à eficiência do seu sistema radicular em absorver água do solo e às suas características fisiológicas que permitem paralisar o crescimento ou reduzir as atividades metabólicas durante o período de deficiência hídrica e retomar o crescimento quando a água se torna novamente disponível.

Por sua resistência ao déficit hídrico e a temperaturas elevadas, o cultivo de sorgo apresenta grande potencial para ser produzido em regiões com distribuição irregular de chuvas, onde culturas como o milho não se desenvolvem de forma eficiente. É uma excelente alternativa para alimentação animal, 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 (CARVALHO *et al.*, 2000).

O sorgo é utilizado na alimentação animal na forma de grãos e forragem. Seus grãos são também utilizados na alimentação humana e suas panículas podem ser aplicadas ao artesanato, tal como na produção de vassouras. Segundo Rodrigues e Santos (2007), os grãos de sorgo são úteis na alimentação humana, rações para bovinos, peixes, aves, produção de farinha para panificação, de amido industrial e de álcool, e a planta pode ser utilizada também como forragem ou cobertura de solos.

São muitos os cultivares de sorgo comercializados atualmente no Brasil e cada genótipo apresenta características próprias de desenvolvimento. Silva *et al.* (2013) acreditam que a ampla variação observada no rendimento dos cultivares comercializados, principalmente no período de safrinha, seja atribuída não só ao seu potencial de produção, mas também as respostas às condições climáticas.

### 2.3. Clima

Embora o sorgo responda à interação dos diversos fatores edafoclimáticos, os de maior influência sobre a cultura são a temperatura do ar, a radiação solar, a precipitação e a disponibilidade de água no solo. As variedades de sorgo revelam consideráveis diferenças no que tange às características da planta e do grão, bem como às respostas fisiológicas aos fatores ambientais (MAGALHÃES *et al.*, 2012).

O sorgo é uma planta de clima quente, que apresenta características xerofílicas e mecanismos eficientes de tolerância à seca. E de acordo com Magalhães *et al.* (2012), possui variedades adaptadas a diferentes zonas climáticas, inclusive às temperadas (frias), desde que nesses locais ocorra estação estival quente com condições capazes de permitir o desenvolvimento da cultura. A maioria dos materiais genéticos de sorgo requer temperaturas superiores a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento.

A temperatura ótima para o desenvolvimento de cada plantio varia conforme o cultivar considerado. 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 dos cultivares. Um aumento de 5°C em relação à temperatura ótima noturna pode implicar numa redução de até 33% da produtividade, uma vez que ocorre um aumento da taxa de respiração noturna. A cada um grau centígrado de aumento da temperatura noturna, a respiração aumenta em torno de 14% (LANDAU *et al.*, 2011).

Baixas temperaturas causam reduções na área foliar, no perfilhamento, na altura e acumulação de matéria seca, e um atraso na data de floração. Isto acontece devido a uma redução da síntese de clorofila, especialmente nas folhas que se formam primeiro na planta jovem, com consequente redução da fotossíntese (DINIZ, 2010).

Por pertencer ao grupo de plantas C4, o sorgo suporta elevados níveis de radiação solar, respondendo com altas taxas fotossintéticas, minimizando a abertura dos estômatos e consequente perda de água. Assim,

o aumento da intensidade luminosa implica em maior produtividade, sempre que as demais condições sejam favoráveis (LANDAU *et al.*, 2011).

Comparado com outros cereais, o sorgo requer menos água para se desenvolver, sendo que, seu período mais crítico à falta de água é o florescimento. Segundo Magalhães e Durães (2003), o sorgo utiliza em média 330 kg de água para produzir um quilograma de matéria seca, ao passo que o milho e o trigo, por exemplo, utilizam 370 e 500 kg, respectivamente, para produzir a mesma quantidade de matéria seca. Segundo Bernardo (2002), o sorgo apresenta uma exigência hídrica entre 300-600 mm, enquanto o milho possui valores entre 400-800 mm.

A planta de sorgo se adapta a vários ambientes, principalmente a condições hídricas desfavoráveis e, portanto, a cultura está apta a se desenvolver em regiões em que a distribuição de chuvas é irregular (SANTOS *et al.*, 1996).

Os fatores ambientais que afetam a produtividade do sorgo são dependentes do local de cultivo, sendo influenciados pela latitude, altitude e época do ano. Ressalta-se ainda que, em algumas regiões, a baixa disponibilidade de água associada à ocorrência de baixas temperaturas e/ou fotoperíodos indutivos à diferenciação floral são considerados fatores limitantes ao desenvolvimento do sorgo durante o período de outono e inverno (SILVA, 2003). E conforme Almeida Filho *et al.* (1999), a identificação de plantas mais adaptadas às condições em que serão cultivadas contribuirá para obtenção de maiores rendimentos da cultura do sorgo.

#### **2.4. Características agronômicas**

As características agronômicas são determinantes na seleção de cultivares a serem trabalhados dentro de um sistema de produção, a fim de visar à adequação de todos os aspectos produtivos da planta às características

locais tais como fertilidade do solo, disponibilidade de chuvas e finalidade do sistema produtivo (JAREMTCHUK *et al.*, 2005).

Mantendo-se a qualidade da forragem, a produtividade é o fator determinante para adequação dos custos de produção (NEIVA e VOLTOLINI, 2006). Com relação ao sorgo, muitos são os fatores que podem contribuir com a construção da produtividade da cultura e, portanto, pode-se esperar que, com um mesmo cultivar, obtenham-se resultados diferentes quanto à produção de forragem. Dentre estes fatores estão: interceptação de radiação pelo dossel, eficiência metabólica, eficiência de translocação de fotossintatos para os grãos e capacidade de dreno (AGUIAR *et al.*, 2000).

Ressalta-se ainda que, além da genética e do ambiente, a produção é influenciada por qualidade da semente, população de plantas, preparo, correção e adubação do solo, irrigação, controle de plantas daninhas, pragas e doenças (MELLO, 2003) e época de plantio do sorgo, que devido às variações na temperatura, pluviosidade e fotoperíodo, pode promover diferenças no desenvolvimento da planta, causadas pela interação genótipo x ambiente.

A produção de matéria seca por área é um fator intimamente ligado ao manejo produtivo ao qual é submetida à forrageira, além da capacidade produtiva inerente à mesma. Dessa forma, cultivares de sorgo forrageiro em ótimas condições de clima e de fertilidade apresentam produtividades elevadas, que geralmente superam as produtividades do milho. E 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).

A produtividade mínima aceitável para o sorgo é de 40 toneladas de massa verde por hectare, pois, abaixo disto, é economicamente inviável (VALENTE, 1992). 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<sup>-1</sup> de grãos e 40 e 45 t ha<sup>-1</sup> de massa verde (ZAGO, 1992).

Vários estudos têm apontado grandes produções de MS para o sorgo, tendo este, rendimentos aproximados à cultura do milho quando comparados os primeiros cortes. Quando se inclui a produção alcançada com o rebrote, que geralmente fica em torno de 60% do primeiro corte, o sorgo alcança produção superior por área (MAGALHÃES *et al.*, 2003).

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

Mello (2004) fazendo um comparativo entre algumas produções de matéria seca de espécies forrageiras demonstrou produções médias entre 11 e 18 t ha<sup>-1</sup> para sorgo. Gontijo Neto *et al.* (2002) obtiveram produções de 12,54 t ha<sup>-1</sup> a 18,71 t ha<sup>-1</sup> com híbridos forrageiros e duplo propósito, respectivamente.

## **2.5. Características nutricionais**

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 animal (MAGALHÃES *et al.*, 2005).

Entre os fatores que influenciam as concentrações dos nutrientes nas forrageiras, destacam-se a espécie, a origem, as condições de cultivo, as condições ambientais durante o crescimento, a maturidade, a relação folha/colmo, o nível de inserção (topo ou base da planta) da fração

amostrada e as características estruturais da parede celular (QUEIROZ *et al.*, 2000).

Cândido *et al.* (2002) relataram que a grande demanda por materiais de melhor qualidade favoreceu o surgimento de inúmeros genótipos, com características específicas de porte (alto, médio, baixo), ciclo (precoce ou tardio) e aptidão (forrageiro, duplo-propósito ou granífero), as quais têm influência marcante no valor nutritivo.

O conhecimento do teor de matéria seca (MS) nas forragens é de grande importância, uma vez que as dietas dos animais são formuladas com base nessa fração do alimento, pois os animais exigem quantidades específicas de nutrientes que se concentram na MS, para atender suas exigências de manutenção, crescimento, gestação e produção de leite (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

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). Araújo *et al.* (2007), analisando a qualidade das silagens de três genótipos de sorgo ensilados em cinco diferentes estágios de maturação, encontraram valores de MS variando de 28,85 a 57,37%.

A determinação dos teores das frações fibrosas é importante na caracterização do valor nutritivo das forragens. Tanto o teor de fibra em detergente ácido (FDA) quanto o de fibra em detergente neutro (FDN) são negativamente correlacionados com a digestibilidade da MS e com o seu consumo (RESTLE *et al.*, 2000; VAN SOEST, 1994).

Conforme Pesce *et al.* (2000), atenção especial deve ser dada à qualidade da fibra dos genótipos utilizados quanto ao seu tipo e composição, uma vez que este fator poderá exercer influência sobre o coeficiente de digestibilidade da planta como um todo.

A FDN está diretamente relacionada à velocidade de passagem do alimento pelo trato digestivo, e quanto menor o nível de FDN, maior o consumo de MS pelo animal. Já a FDA está relacionada à digestibilidade da

forragem, pois contém a maior proporção de lignina, que é a fração da fibra completamente indigestível, indicando, assim, sua indigestibilidade (OLIVEIRA *et al.*, 2010). A lignina forma uma barreira que impede a aderência microbiana e a hidrólise enzimática da celulose e hemicelulose, indisponibilizando os carboidratos estruturais potencialmente degradáveis e diminuindo a digestibilidade da MS (SILVA *et al.*, 2011).

Quanto à fração FDA, Gonçalves *et al.* (2006), afirmam que teores elevados dificultam a fragmentação do alimento e sua digestão pelas bactérias ruminais. 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.

Gontijo Neto *et al.*, (2000) relataram teores de FDN em forragem fresca de sorgo variando de 51,6 a 67,4%; FDA de 28,7 a 45,6%; hemicelulose de 20,8 a 38,1%; celulose de 23,0 a 36,5%; e lignina de 1,86 a 8,0%. Von Pinho *et al.* (2007), observaram valores de FDN (42,9%) e FDA (26,6%) para sorgo duplo propósito.

Os teores de PB da silagem de híbridos de sorgo dependem da associação de diversos fatores como comportamento agrônomico do híbrido, estágio de maturação e condições edafoclimáticas da área de cultivo (GAGGIOTTI *et al.*, 1992). 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.

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 (WILLIAMS, 2000). Em 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 nutricional de dois híbridos de sorgo com capim-sudão em comparação a outros volumosos utilizados no período de baixa



disponibilidade das pastagens. Os valores médios observados para estes dois híbridos foram de 64,75% para DIVMS.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Locais de cultivo e dados climáticos

Os genótipos de sorgo avaliados foram plantados em quatro municípios brasileiros: Sete Lagoas, Nova Porteirinha, Passo Fundo e Goiânia.

Sete Lagoas localiza-se na porção centro-norte do Estado de Minas Gerais a 19° 28' S e 44° 15' W. O clima do local é classificado, segundo Köppen, como Cw, de savana com inverno seco (PANOSO *et al.*, 2002).

Nova Porteirinha pertence à região norte de Minas Gerais, com latitude 15°45' S e longitude 43°17' W. Segundo a classificação de Köppen, o clima típico é o Aw, isto é, de savana com inverno seco (ALBUQUERQUE *et al.*, 2005).

Passo Fundo está localizada no interior do Rio Grande do Sul, a 28° 15' S e 52° 24' W. Pela classificação de Köppen, a cidade localiza-se na zona climática fundamental temperada (C), apresentando clima do tipo fundamental úmido (f) e variedade específica subtropical (Cfa) (EMBRAPA, 2014).

Goiânia é a capital do estado de Goiás e está situada a 16° 40' S e 49° 15' W. O clima no local, conforme definição de Köppen, é classificado como tropical chuvoso, Aw savana, tendo caráter subsumido, com duas estações bem definidas: uma seca, com duração de quatro a cinco meses; e outra chuvosa, ocorrendo do final de setembro a abril (RATKE *et al.*, 2013).

Na tabela 1 encontram-se os dados de temperatura média e precipitação durante o período experimental em cada município.

**TABELA 1. Temperatura média e precipitação (mm) durante o período experimental por município**

<b>Município</b>	<b>Temperatura média (°C)</b>	<b>Precipitação (mm)</b>
Sete Lagoas	24,8	389,9
Nova Porteirinha	26,9	485,9
Passo Fundo	21,6	730,7
Goiânia	25,2	1028,4

Fonte: AGRITEMPO (2014).

### **3.2. Plantio e colheita**

Os genótipos foram plantados nos quatro municípios em novembro e dezembro de 2013, assim que ocorreram as primeiras chuvas em cada região. O plantio foi efetuado em três blocos, constituídos de 24 parcelas, cada uma com seis fileiras de seis metros de comprimento e 70 centímetros de espaçamento entre linhas. Em função da análise de solo, em cada município, a adubação foi ajustada de tal forma a fornecer as mesmas quantidades de nutrientes a todos os genótipos.

A tabela 2 apresenta o período experimental em cada município.

**TABELA 2. Datas de plantio e colheita e período experimental em dias por município**

<b>Município</b>	<b>Plantio</b>	<b>Colheita</b>	<b>Período experimental</b>
Sete Lagoas	22/11/2012	19/03/2013	118
Nova Porteirinha	06/12/2012	15/04/2013	131
Passo Fundo	26/11/2012	18/04/2013	144
Goiânia	12/12/2012	26/03/2013	105

### **3.3. Materiais avaliados**

Foram avaliados 24 genótipos de sorgo, sendo três forrageiros (BRS610, BRS655 e Volumax) e 21 híbridos obtidos através dos cruzamentos de machos forrageiros e fêmeas graníferas.

Os híbridos testados foram: 12F38019, 12F38006, 12F40006, 12F40005, 12F40019, 12F37016, 12F37005, 12F37043, 12F39006, 12F39005, 12F39019, 12F38005, 12F38007, 12F37007, 12F39007, 12F40007, 12F38014, 12F37014, 12F39014, 12F40014 e 12F38009.

### **3.4. Características avaliadas**

Os genótipos plantados nos quatro municípios foram avaliados quanto às suas características agrônômicas e nos materiais semeados no município de Sete Lagoas realizaram-se também as análises das características bromatológicas.

Foram utilizadas as duas fileiras centrais de cada parcela para determinação da idade de florescimento: dias para que a planta de sorgo emita a inflorescência após o plantio; altura das plantas: 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 e produção de matéria seca: calculada a partir da produção de matéria verde e do teor de MS de cada genótipo no momento do corte.

As características bromatológicas dos genótipos estudados foram determinadas avaliando os materiais cultivados em Sete Lagoas e utilizaram-se as duas fileiras intermediárias de cada parcela experimental. Após a colheita, as plantas foram picadas, homogeneizadas, pesadas e submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C para determinação da matéria pré-seca. O material pré-seco foi transportado para a cidade de Janaúba, MG para que fossem executadas as análises bromatológicas no

Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES).

As amostras pré-secas foram moídas em moinho tipo *Willey*, com peneira de 1 mm, e armazenadas em recipientes de polietileno para as posteriores análises. Determinaram-se os teores de matéria seca (MS) em estufa a 105°C (AOAC, 1995); de proteína bruta (PB), a partir da determinação do conteúdo de nitrogênio pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995); cinzas, de acordo AOAC (1995); fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina pelo método sequencial de Van Soest *et al.* (1991).

A avaliação de digestibilidade *in vitro* (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). O líquido ruminal necessário para a avaliação foi coletado de dois bovinos mestiços adultos, castrados, providos de cânula ruminal, de aproximadamente 400 kg de peso vivo. Os animais foram alojados em um curral, alimentados com volumoso (silagem de sorgo) e concentrado, sal mineral e água *ad libitum* durante os 15 dias anteriores à coleta.

### **3.5. Análises estatísticas**

Para determinação das características agronômicas, após coleta de dados, realizaram-se as análises individuais para todas as variáveis, uma vez atendido ao requisito necessário para execução da mesma, como recomendado por Banzatto e Kronka (2008), ou seja, a relação entre o maior e o menor quadrado médio residual não deve ultrapassar 7:1, procedeu-se a análise conjunta (SAS System, 2004) com o objetivo de analisar as interações entre as regiões e os híbridos de sorgo. Quando o teste de “F” foi significativo, os híbridos e regiões e a interação entre estes fatores, foram

comparados pelo teste de “Scott-Knott” ao nível de 5% de probabilidade, por meio do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Os dados bromatológicos obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do programa SISVAR e quando a mesma apresentou significância para o teste de “F” para os fatores principais e interação entre eles, a média do fator genótipo foi comparado 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  $i$ , na repetição  $k$ ;

$\mu$  = Média geral;

$G_i$  = Efeito do genótipo  $i$ , com  $i = 1, 2, 3... 24$ ;

$B_j$  = 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  $\sigma^2$ .

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Características agronômicas

Analisando as produções de matéria verde (PMV) e matéria seca (PMS) entre os genótipos, demonstradas nas tabelas 3 e 4, respectivamente, observa-se que estes diferiram entre si em todos os municípios avaliados ( $p < 0,05$ ). As produções de MV e MS foram influenciadas pelo local de cultivo para a maioria dos genótipos avaliados ( $p < 0,05$ ).

**TABELA 3. Valores médios de produção de matéria verde em toneladas por hectare de 24 genótipos de sorgo cultivados em Sete Lagoas (MG), Nova Porteirinha (MG), Passo Fundo (RS) e Goiânia (GO)**

Tratamento	Sete Lagoas	Nova Porteirinha	Passo Fundo	Goiânia
12F38019	34,14 Bb	39,47 Bb	48,86 Aa	39,33 Ab
12F38006	46,43 Aa	38,71 Bb	43,14 Ba	37,90 Bb
12F40006	45,43 Aa	37,85 Bb	44,19 Ba	34,66 Bb
12F40005	33,14 Ba	33,43 Ba	36,28 Ca	34,24 Ba
12F40019	34,99 Bb	35,95 Bb	45,00 Ba	35,47 Bb
12F37016	41,57 Ab	48,76 Aa	54,19 Aa	36,99 Bb
12F37005	43,71 Ab	49,71 Aa	42,28 Bb	35,38 Bc
12F37043	37,14 Bb	44,90 Aa	49,91 Aa	39,24 Ab
12F39006	43,85 Aa	38,81 Bb	45,90 Ba	33,66 Bb
12F39005	42,43 Aa	41,90 Ba	41,90 Ba	35,57 Ba
12F39019	34,57 Bb	35,33 Bb	46,76 Ba	35,57 Bb
12F38005	38,14 Bb	42,09 Ba	44,57 Ba	32,76 Bb
12F38007	40,43 Aa	39,24 Ba	43,05 Ba	34,76 Ba
12F37007	35,57 Ba	40,95 Ba	43,86 Ba	40,43 Aa
12F39007	40,43 Aa	38,24 Ba	43,34 Ba	36,99 Ba
12F40007	37,28 Bb	33,38 Bb	44,19 Ba	36,24 Bb
12F38014	38,14 Ba	37,52 Ba	42,67 Ba	34,99 Ba
12F37014	39,71 Bb	39,09 Bb	47,81 Aa	39,52 Ab
12F39014	36,57 Ba	38,90 Ba	41,90 Ba	38,95 Aa
12F40014	39,43 Ba	38,43 Ba	34,67 Ca	36,57 Ba
12F38009	38,14 Ba	42,14 Ba	46,38 Ba	41,57 Aa
BRS 655	45,14 Ab	50,19 Aa	52,66 Aa	44,14 Ab
VOLUMAX	34,43 Bb	52,23 Aa	54,67 Aa	40,47 Ab
BRS610	43,14 Ab	51,95 Aa	45,71 Bb	43,66 Ab

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si ( $p > 0,05$ ) pelo teste Scott-Knott. Coeficiente de Variação: 9,66%.

Avaliando os genótipos de sorgo em cada município, observa-se variação entre eles na PMV ( $p < 0,05$ ). Na comparação entre genótipos, o BRS655, apresentou média superior em todos os municípios de cultivo e os genótipos 12F37016, 12F37043, VOLUMAX e BRS610 em pelo menos três municípios. Entretanto, todos estes tiveram a produção influenciada pelo local de cultivo, sendo o BRS610 o mais afetado, com maior produção em Nova Porteirinha. Os quatro primeiros produziram melhor em Nova Porteirinha e Passo Fundo.

Para os genótipos 12F40005, 12F39005, 12F38007, 12F37007, 12F39007, 12F38014, 12F39014, 12F38009 e 12F40014, não houve variação quanto à PMV entre os municípios ( $p < 0,05$ ), demonstrando que estes materiais mantiveram suas produções de MV em diferentes locais. Para os demais genótipos avaliados, a produção foi influenciada pelo local de cultivo ( $p > 0,05$ ). Passo Fundo foi o município que apresentou médias superiores de produtividade para o maior número de genótipos.

Quanto à PM, o genótipo BRS655 se destacou entre os demais, pois, apesar de ter a produção influenciada pelo local de cultivo, obteve média superior em todos os municípios avaliados. Alguns materiais, apesar de terem mantido suas produções, quando analisados os diferentes locais de cultivo, apresentaram produções de MV inferiores ao BRS655 na comparação entre genótipos em pelo menos um dos municípios.

As médias de PMV variaram de 33,14 a 54,67 t ha<sup>-1</sup>, para os híbridos 12F40005 e VOLUMAX nos municípios de Sete Lagoas e Passo Fundo, respectivamente. Albuquerque *et al.* (2013) também observaram efeito do local de cultivo sobre a PMV ao avaliarem as características agronômicas de sete genótipos de sorgo em duas cidades mineiras. Rodrigues Filho *et al.* (2006), avaliando o potencial produtivo de híbridos, observaram PMV variando de 45,87 a 67,56 t ha<sup>-1</sup>.

Estudando as características agronômicas de cinco genótipos de sorgo, Perazzo *et al.* (2013) obtiveram PMV entre 37,18 e 52,14 t ha<sup>-1</sup>. Silva



*et al.* (2005) observaram rendimentos de MV variando de 24,06 a 49,33 t ha<sup>-1</sup> em dez cultivares de sorgo forrageiro.

**TABELA 4. Valores médios de produção de matéria seca em toneladas por hectare de 24 genótipos de sorgo cultivados em Sete Lagoas (MG), Nova Porteirinha (MG), Passo Fundo (RS) e Goiânia (GO)**

Tratamento	Sete Lagoas	Nova Porteirinha	Passo Fundo	Goiânia
12F38019	13,02 Cb	15,06 Db	18,64 Aa	15,00 Bb
12F38006	17,96 Aa	17,30 Ca	19,29 Aa	16,95 Aa
12F40006	17,30 Aa	14,67 Cb	17,11 Ba	13,42 Bb
12F40005	15,44 Ba	13,21 Ca	14,33 Ca	13,52 Ba
12F40019	12,72 Cb	13,69 Cb	17,14 Ba	13,51 Bb
12F37016	16,44 Bb	19,98 Ba	22,20 Aa	15,16 Bb
12F37005	18,88 Ab	23,15 Aa	19,71 Ab	16,48 Ac
12F37043	15,07 Bb	17,34 Ca	19,26 Aa	15,15 Bb
12F39006	18,26 Aa	14,10 Db	16,69 Ba	12,23 Bb
12F39005	18,47 Ab	21,00 Ba	21,00 Aa	17,83 Ab
12F39019	13,92 Cb	13,97 Db	18,49 Aa	14,06 Bb
12F38005	14,83 Bb	19,56 Ba	20,72 Aa	15,23 Bb
12F38007	15,97 Ba	16,95 Ca	18,59 Aa	15,01 Ba
12F37007	15,89 Ba	17,44 Ca	18,67 Aa	17,21 Aa
12F39007	15,97 Ba	15,52 Da	17,56 Ba	14,99 Ba
12F40007	15,28 Bb	14,28 Db	18,90 Aa	15,49 Bb
12F38014	14,72 Bb	15,63 Db	17,76 Ba	14,58 Bb
12F37014	19,90 Aa	16,45 Cb	20,12 Aa	16,63 Ab
12F39014	16,99 Aa	16,94 Ca	18,25 Aa	16,96 Aa
12F40014	16,79 Aa	15,12 Da	13,64 Ca	14,39 Ba
12F38009	16,31 Ba	16,97 Ca	18,67 Aa	16,74 Aa
BRS 655	17,76 Ab	19,51 Ba	20,48 Aa	17,16 Ab
VOLUMAX	13,16 Cb	19,41 Ba	20,31 Aa	15,04 Bb
BRS610	16,03 Bb	20,52 Ba	18,06 Bb	17,25 Ab

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si ( $p > 0,05$ ) pelo teste Scott-Knott. CV: 9,74%.

Foram observadas diferenças na PMS entre os genótipos avaliados para todos os locais de cultivo ( $p < 0,05$ ). Comparando os genótipos dentro de cada município, o 12F37005 apresentou média superior em todos os locais avaliados e os genótipos 12F37014, 12F39014 e BRS 655 em pelo menos três dos municípios, entretanto, estes materiais sofreram efeito do local de cultivo, com exceção do 12F39014.

Entre os municípios, para a maioria dos genótipos, houve variação na PMS ( $p < 0,05$ ). Os genótipos 12F38006, 12F40005, 12F38007, 12F37007,

12F39007, 12F39014, 12F40014 e 12F38009 mantiveram suas produções de MS nos diferentes municípios. Para os demais materiais avaliados, as produções de MS foram afetadas pelos locais de cultivo. Assim como para a PMV, Passo Fundo apresentou médias superiores para o maior número de genótipos avaliados, demonstrando que os genótipos produziram melhor neste município, ou seja, o município apresentou as melhores condições de cultivo para a maioria dos genótipos avaliados.

Quanto à PMS, o genótipo 12F37005 se destacou, pois, quando avaliada a produção dentro de cada município, o mesmo apresentou média superior em todos eles, apesar de ter sua produção influenciada pelo local de cultivo. Os genótipos que apresentaram maior estabilidade de produção na comparação entre municípios, apesar de terem mantido suas produções de MV, produziram menos do que o 12F37005 em um ou mais municípios.

A PMS entre genótipos e municípios variou de 12,23 a 23,15 t ha<sup>-1</sup> para os genótipos 12F39006 e 12F37005, em Goiânia e Nova Porteirinha, respectivamente. Produções de 9,59 a 23,23 foram observadas por Albuquerque *et al.* (2013) ao avaliarem as características agronômicas de sete genótipos de sorgo forrageiro em dois locais do Estado de Minas Gerais.

Pedreira *et al.* (2003), avaliando híbridos de sorgo, obtiveram produções variando de 5,1 a 7,1 t ha<sup>-1</sup>. Oliveira *et al.* (2005), analisando as características agronômicas de cultivares de sorgo sob três doses de nitrogênio, observaram valores de 14,22 a 16,38 t ha<sup>-1</sup>. E Perazzo *et al.* (2013), ao avaliarem as características agronômicas de cinco genótipos de sorgo, encontraram produções de matéria seca oscilando entre 10,88 e 12,07 t ha<sup>-1</sup>.

Dessa forma, por ser uma planta sensível ao fotoperíodo, o sorgo tem desenvolvimento variável, conforme a região de cultivo e a época de semeadura, o qual resulta em variação no rendimento de forragem dentro de cada região e entre materiais distintos (SILVA *et al.*, 2005).

Nos quatro municípios avaliados, houve diferença entre os genótipos quanto aos dias para florescimento ( $p < 0,01$ ), e para todos os genótipos foram

observadas diferenças entre os municípios para esta característica ( $p < 0,01$ ) (tabela 5).

**TABELA 5. Valores médios de dias para o florescimento de 24 genótipos de sorgo cultivados em Sete Lagoas (MG), Nova Porteirinha (MG), Passo Fundo (RS) e Goiânia (GO)**

Tratamento	Sete Lagoas	Nova Porteirinha	Passo Fundo	Goiânia
12F38019	82 Bb	87 Aa	81 Ab	76 Ac
12F38006	80 Ba	79 Ca	82 Aa	72 Bb
12F40006	78 Cb	83 Ba	77 Bb	74 Ac
12F40005	79 Cb	86 Aa	78 Bb	75 Ab
12F40019	81 Bb	86 Aa	79 Ab	75 Ac
12F37016	81 Ba	83 Ba	82 Aa	74 Ab
12F37005	82 Bb	87 Aa	80 Ac	76 Ad
12F37043	83 Ba	85 Aa	80 Ab	75 Ac
12F39006	78 Ca	79 Ca	78 Ba	73 Bb
12F39005	79 Ba	81 Ba	76 Bb	74 Ab
12F39019	80 Ba	81 Ba	78 Bb	75 Ab
12F38005	80 Bb	87 Aa	76 Bc	74 Ac
12F38007	80 Ba	77 Ca	77 Ba	72 Bb
12F37007	80 Ba	81 Ba	78 Ba	71 Bb
12F39007	77 Ca	75 Da	76 Ba	71 Bb
12F40007	78 Ca	77 Ca	76 Ba	70 Bb
12F38014	76 Ca	76 Da	76 Ba	70 Bb
12F37014	76 Ca	79 Ca	76 Ba	71 Bb
12F39014	76 Ca	76 Da	74 Ba	71 Bb
12F40014	75 Da	76 Da	74 Ba	71 Bb
12F38009	82 Ba	82 Ba	78 Bb	72 Bc
BRS 655	74 Db	74 Db	79 Aa	72 Bb
VOLUMAX	90 Aa	84 Bb	82 Ab	77 Ac
BRS610	75 Db	74 Db	78 Ba	71 Bc

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si ( $p > 0,05$ ) pelo teste Scott-Knott. Coeficiente de Variação: 2,63%.

Ao avaliar os genótipos em cada local de cultivo, observa-se variação entre eles ( $p < 0,05$ ), quanto ao número de dias para o florescimento, em todos os municípios avaliados. Os genótipos 12F38019, 12F40019, 12F37005, 12F37043 e VOLUMAX levaram mais dias para florescer em três das quatro cidades e ambos sofreram efeito do local sobre esta característica.

Houve efeito do local de cultivo sobre o número de dias para o florescimento para todos os genótipos estudados ( $p < 0,05$ ).

As médias de dias para o florescimento variaram de 71 a 90 dias. O genótipo 12F37005 está entre os genótipos mais tardios, pois à exceção de Sete Lagoas, onde o VOLUMAX apresentou a maior média entre todos os genótipos, o 12F37005 mostrou-se com médias superiores nos demais municípios. Este fato pode explicar a superioridade deste material para a PMS, já que, segundo Almeida Filho *et al.* (2014), genótipos que apresentam ciclo mais tardio, tendem a ser mais produtivos por ter a fase vegetativa mais longa.

Houve diferença na altura de plantas entre genótipos e municípios (tabela 6).

**TABELA 6. Valores médios de altura de planta em metros de 24 genótipos de sorgo cultivados em Sete Lagoas (MG), Nova Porteirinha (MG), Passo Fundo (RS) e Goiânia (GO)**

Tratamento	Sete Lagoas	Nova Porteirinha	Passo Fundo	Goiânia
12F38019	2,47 Ba	1,88 Bc	1,83 Bc	2,04 Ab
12F38006	2,65 Aa	2,06 Ab	2,04 Ab	2,15 Ab
12F40006	2,63 Aa	2,05 Ab	2,19 Ab	2,11 Ab
12F40005	2,38 Ca	1,83 Bb	1,83 Bb	1,96 Bb
12F40019	2,28 Ca	1,72 Cc	1,93 Ab	1,91 Bb
12F37016	2,68 Aa	2,18 Ab	2,19 Ab	2,23 Ab
12F37005	2,83 Aa	1,97 Bb	1,92 Bb	1,83 Bb
12F37043	2,47 Ba	1,88 Bb	1,99 Bb	2,06 Ab
12F39006	2,52 Ba	2,10 Ab	2,23 Ab	2,21 Ab
12F39005	2,47 Ba	1,95 Bb	1,87 Bb	1,83 Bb
12F39019	2,32 Ca	1,72 Cc	1,82 Bc	1,99 Bb
12F38005	2,38 Ca	1,80 Cb	1,88 Bb	2,02 Ab
12F38007	2,52 Ba	1,87 Bb	1,82 Bb	1,88 Bb
12F37007	2,57 Ba	1,80 Cc	1,82 Bc	2,01 Ab
12F39007	2,47 Ba	1,95 Bb	1,97 Bb	2,06 Ab
12F40007	2,33 Ca	1,68 Cc	1,84 Bb	1,99 Bb
12F38014	2,35 Ca	1,90 Bb	1,86 Bb	1,96 Bb
12F37014	2,40 Ca	1,92 Bb	1,83 Bb	1,95 Bb
12F39014	2,18 Da	1,90 Bb	1,95 Bb	2,05 Aa
12F40014	2,22 Da	1,87 Bb	1,85 Bb	1,86 Bb
12F38009	2,33 Ca	1,97 Bb	1,99 Bb	2,04 Ab
BRS 655	2,45 Ba	2,23 Ab	1,86 Bc	1,88 Bc
VOLUMAX	2,45 Ba	2,13 Aa	1,94 Ba	2,00 Ba
BRS610	2,45 Ba	2,12 Ab	1,86 Bc	1,94 Bc

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste Scott-Knott. Coeficiente de Variação: 5,48%.

Na tabela 6 observa-se que os 24 genótipos de sorgo diferiram entre si quanto à altura de plantas em todas as cidades avaliadas ( $p < 0,05$ ). Entre os municípios, houve variação no valor de altura de plantas para a maioria dos genótipos estudados ( $p > 0,05$ ).

Em todos os municípios avaliados, houve variação entre os genótipos quanto à altura de plantas ( $p < 0,05$ ). Os genótipos 12F38006, 12F40006 e 12F37016 apresentaram médias superiores de altura nos quatro municípios avaliados e ambos foram influenciados pelo local de cultivo.

Entre os municípios houve variação quanto à altura de plantas para a maioria dos genótipos ( $p < 0,05$ ), com exceção do VOLUMAX, que não sofreu o efeito do local de cultivo sobre o seu crescimento. Para os demais genótipos, as maiores alturas foram observadas na cidade de Sete Lagoas. A altura de plantas variou de 1,72 a 2,83 m para os genótipos 12F40019, em Nova Porteirinha, e 12F37005, em Sete Lagoas, respectivamente.

Albuquerque *et al.* (2012), avaliando sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais, observaram diferenças significativas para altura de planta em função do local e relataram média de 2,16 m. Já Pereira Filho *et al.* (2013), avaliando cultivares de sorgo sacarino em diferentes densidades de semeadura, observaram alturas variando de 2,51 a 2,92 m.

Cunha e Lima (2010) trabalhando com vinte e nove genótipos de sorgo forrageiro reportaram altura média da planta de 3,20 m. Chiesa *et al.* (2008), ao analisarem os aspectos agronômicos 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.

#### 4.2. Características bromatológicas

Os genótipos avaliados diferiram entre si quanto aos teores de MS e PB ( $p < 0,05$ ). Para os teores de cinzas não houve diferença entre os genótipos ( $p > 0,05$ ) (tabela 7).

**TABELA 7. Valores médios de matéria seca, em porcentagem, cinzas e proteína bruta, em porcentagem da matéria seca, de 25 genótipos de sorgo cultivados em Sete Lagoas (MG)**

Genótipo	MS	Cinzas	PB
12F38019	38,16 J	5,40 A	8,72 A
12F38006	44,69 C	4,55 A	7,91 B
12F40006	38,73 I	5,60 A	9,36 A
12F40005	39,51 H	5,64 A	6,84 B
12F40019	38,09 J	4,75 A	7,53 B
12F37016	40,98 G	5,80 A	8,53 A
12F37005	46,59 B	5,76 A	7,99 B
12F37043	38,61 I	5,34 A	8,84 A
12F39006	36,35 L	5,68 A	7,89 B
12F39005	50,13 A	4,59 A	9,07 A
12F39019	39,55 H	5,22 A	8,33 A
12F38005	46,47 B	4,67 A	8,45 A
12F38007	43,19 D	5,26 A	10,28 A
12F37007	42,58 E	5,39 A	8,71 A
12F39007	40,56 G	5,05 A	7,77 B
12F40007	42,77 E	4,96 A	7,33 B
12F38014	41,63 F	5,35 A	7,49 B
12F37014	42,09 E	4,79 A	9,27 A
12F39014	43,54 D	6,06 A	8,98 A
12F40014	39,35 H	5,06 A	6,78 B
12F38009	40,27 G	5,53 A	5,51 B
BRS 655	38,88 I	5,47 A	9,82 A
VOLUMAX	37,15 K	5,53 A	7,70 B
BRS610	39,49 H	5,42 A	7,70 B
Média	-	5,27	-
Coefficiente de Variação	0,88	10,87	12,55

Observa-se grande variação nos valores de MS entre os genótipos estudados, com coeficiente de variação de apenas 0,88. Esta variação pode estar relacionada aos diferentes tipos de sorgo, com ciclos diferentes, que por terem sido plantados e colhidos na mesma data, apresentaram diferenças marcantes quanto ao teor de MS.

Os teores de MS variaram de 37,15 a 50,13% para os genótipos Volumax e 12F39005, respectivamente, estando próximos aos valores observados por Magalhães *et al.* (2010), que relataram teores de MS entre 33,27 e 42,56%, ao analisarem a produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo

Quanto aos teores de cinza, não houve variação entre os genótipos estudados ( $p>0,05$ ) e a média entre os valores foi de 5,27%. Magalhães *et al.* (2010) observaram valores de cinzas entre 2,83 e 4,16% ao avaliarem a composição bromatológica das plantas inteiras de vinte e cinco híbridos de sorgo forrageiro. Já Tamele (2009), avaliando híbridos de sorgo em pastejo, encontrou teor médio de 8,37%.

Teores de cinzas implicam na 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).

Os valores médios de PB divergiram entre os genótipos avaliados ( $p<0,05$ ), com variação de 5,51 a 10,28% para o genótipo 12F38009 e 12F38007, respectivamente. Ao analisarmos estes valores pode-se observar que, à exceção dos genótipos 12F40005, 12F40014 e 12F38009, os materiais analisados 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%.

Os teores de PB do sorgo dependem da associação de diversos fatores, dentre eles, do comportamento agrônômico do genótipo, estágio de maturação e condições edafoclimáticas da área de cultivo. A maior proporção de folha e de grãos corrobora para o maior teor protéico e estas proporções são afetadas pela altura, idade de colheita e adubação.

Von Pinho *et al.* (2006) relataram para sorgos forrageiros e duplo propósito 8,0 e 9,2%, de PB, respectivamente. Oliveira *et al.* (2010) observaram teores de 6,8 e 5,5% para sorgo-sudão e sorgo forrageiro, respectivamente, ao avaliarem a composição química de diferentes forrageiras.

Os genótipos diferiram entre si ( $p < 0,05$ ) quanto aos teores de FDN. Já quanto aos teores de FDA, não houve diferença entre os materiais ( $p > 0,05$ ), o que pode ser observado na tabela 8.

**TABELA 8. Valores médios de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose e hemicelulose, em porcentagem da matéria seca, de 24 genótipos de sorgo cultivados em Sete Lagoas (MG)**

Genótipo	FDN	FDA
12F38019	44,27 B	30,77 A
12F38006	58,63 A	43,33 A
12F40006	60,47 A	35,93 A
12F40005	46,77 B	34,40 A
12F40019	43,57 B	26,31 A
12F37016	61,50 A	42,35 A
12F37005	55,92 A	33,93 A
12F37043	57,89 A	35,17 A
12F39006	50,96 B	32,54 A
12F39005	43,65 B	29,99 A
12F39019	56,49 A	35,57 A
12F38005	55,06 A	35,56 A
12F38007	57,09 A	33,73 A
12F37007	59,50 A	41,79 A
12F39007	54,00 A	40,40 A
12F40007	43,96 B	29,82 A
12F38014	52,96 A	34,97 A
12F37014	65,69 A	41,21 A
12F39014	60,97 A	26,11 A
12F40014	61,32 A	39,39 A
12F38009	58,18 A	35,44 A
BRS 655	57,28 A	37,29 A
VOLUMAX	44,17 B	26,17 A
BRS610	58,84 A	35,15 A
Média	-	34,83
Coeficiente de Variação	8,61	17,98

Os valores de FDA foram semelhantes entre os genótipos avaliados ( $p < 0,05$ ) com média de 34,83%. Houve variação entre os genótipos para a



característica teor de FDN ( $p>0,05$ ). Os valores variaram de 43,57 a 65,69% entre os materiais 12F39005 e 12F37014, respectivamente.

Segundo Van Soest (1994), os teores de FDN devem estar entre os limites de 50 a 60%. E apesar de alguns materiais apresentarem valores de FDN superior a 60%, estes mesmos materiais não diferiram de outros que apresentaram valores dentro do limite sugerido. Para este autor, os teores FDA não deveriam ultrapassar os 30%. Apesar da semelhança estatística entre os genótipos para a FDA, os genótipos 12F40019, 12F39005, 12F40007, 12F39014 e VOLUMAX, apresentaram valores inferiores aos 30% considerados ideais por Van Soest (1994). No entanto, a média para os níveis de FDA foi acima do recomendado 34,83%.

Níveis elevados de FDN e FDA 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. Os valores de FDN observados neste estudo indicam que o consumo dos materiais não seja comprometido, entretanto, os altos valores de FDA poderiam afetar a digestibilidade de forma negativa, o que não ocorreu. Sendo assim, mais importante que avaliar o teor isolado de FDN e ou FDA é avaliar a composição destas frações fibrosas.

Oliveira *et al.* (2010) observaram teores de FDN de 61,8 e 56,9% e FDA de 46,2 e 41,1% para sorgo-sudão e sorgo forrageiro, respectivamente. Já Von Pinho *et al.* (2007) observaram valores de FDN (42,9%) e FDA (26,6%) para sorgo duplo propósito.

Além dos teores de FDN e FDA, a determinação dos níveis de lignina, constitui uma análise importante para a compreensão do aproveitamento das espécies forrageiras pelo animal, com consequente elevação ou redução da DIVMS em função da concentração deste composto fenólico.

Neste estudo pode-se observar que os teores de LIGN e a DIVMS dos genótipos estudados (tabela 9) foram diferentes ( $p<0,05$ ).

**TABELA 9. Valores médios de lignina, em porcentagem da matéria seca e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 24 genótipos de sorgo cultivados em Sete Lagoas (MG)**

Genótipo	LIGN	DIVMS
12F38019	5,37 B	74,20 A
12F38006	6,61 A	68,44 A
12F40006	7,79 A	61,39 B
12F40005	7,13 A	58,95 B
12F40019	8,17 A	56,03 B
12F37016	5,41 B	65,38 A
12F37005	7,22 A	60,56 B
12F37043	8,18 A	56,70 B
12F39006	5,03 B	66,19 A
12F39005	5,11 B	63,31 A
12F39019	5,96 B	64,87 A
12F38005	8,23 A	59,61 B
12F38007	7,64 A	55,17 B
12F37007	5,27 B	64,31 A
12F39007	5,23 B	62,79 A
12F40007	6,06 B	60,86 B
12F38014	6,82 A	67,22 A
12F37014	7,02 A	68,76 A
12F39014	3,32 C	67,83 A
12F40014	2,14 C	66,80 A
12F38009	5,65 B	61,00 B
BRS 655	5,51 B	67,94 A
VOLUMAX	6,51 A	50,41 B
BRS610	6,57 A	66,01 A
Média	-	-
Coefficiente de Variação	24,06	8,78

Os valores de LIGN observados diferiram entre os genótipos ( $p < 0,05$ ) e variaram de 2,14 a 8,23% para os genótipos 12F40014 e 12F38005, respectivamente. Os menores valores de lignina foram obtidos nos genótipos 12F40014 e 12F39014, valores estes de 2,14 e 3,32, respectivamente.

O processo de lignificação dos carboidratos estruturais está associado à limitação da degradação da matéria seca pelos microorganismos do rúmen, reduzindo, assim, o valor nutricional da forragem (CHERNEY *et al.*, 1991). Isto permite concluir que quanto menor o valor de lignina na forragem, mais eficiente será o processo de degradação do alimento no rúmen. Observa-se

na tabela que, para a maioria dos genótipos, os que apresentaram menores teores de LIGN obtiveram valores superiores de DIVMS.

Tomich *et al.* (2006) observaram em um corte aos 57 dias após o plantio valores médios de 4,10% de LIGN ao avaliarem o valor nutricional de dois híbridos de sorgo de corte e pastejo. Estudando a composição química de diferentes forrageiras Oliveira *et al.* (2010) relataram teores de lignina de 7,6% para o sorgo-sudão e 5,1% para o sorgo forrageiro. Gontijo Neto *et al.* (2004) ao avaliarem híbridos de sorgo forrageiro cultivados sob níveis crescentes de adubação, registraram valor médio de 6,23% de LIGN das plantas inteiras.

Os genótipos diferiram entre si quanto aos valores de DIVMS ( $p < 0,05$ ), sendo observada variação de 50,41 a 74,20%, para os genótipos VOLUMAX e 12F38019, respectivamente. Todos os genótipos apresentaram valores de DIVMS acima de 50%, sugerindo que, com boa degradabilidade ruminal, serão bem aproveitados pelos animais, pois quanto maior a digestibilidade maior será a absorção de nutrientes.

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).

Vieira *et al.* (2004), avaliando dois genótipos de sorgo forrageiro e dois de duplo propósito, observaram valores de 55,86 e 61,12% de DIVMS, respectivamente. Gontijo Neto *et al.* (2002), avaliando híbridos de sorgo cultivados sob níveis crescente de adubação, relataram média de 61,69% da DIVMS para o híbrido AG-2005E e para os híbridos AG-2002, AG-X202, AG-X213 e AG-X215 médias de 54,56%, 54,61%, 52,97% e 53,79%, respectivamente.

Os genótipos 12F38019, 12F37016, 12F39005, 12F39019, 12F37007, 12F37014, 12F39014 e BRS 655 apresentaram os melhores valores de DIVMS e os maiores teores de PB. Dentre eles, o 12F139014, além do alto teor proteico, apresentou o menor valor de LGN, sugerindo menor efeito desta fração sobre a digestibilidade. Apesar de a FDN deste material ter sido alta, não houve comprometimento da sua DIVMS, o que pode ser justificado pelo alto teor de hemicelulose (o maior valor entre os genótipos), reforçando a importância de se avaliar a qualidade da fibra do alimento.

## **5. CONCLUSÕES**

Em relação às características agronômicas, o genótipo 12F37005 se destacou entre os demais, pois apresentou médias superiores de produção de matéria seca em todos os municípios avaliados, demonstrando a sua adaptação a diferentes locais de cultivo.

O genótipo 12F39014 se destacou entre os demais em relação às características bromatológicas, apresentado melhor valor nutricional.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRITEMPO. **Sistema de monitoramento agrometeorológico**. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/agritempo/index.jsp>> Acesso em 20/07/2014.

AGUIAR, S. M. L.; MORAIS, C. V. A.; GUIMARÃES, P. D. **Cultivo do sorgo**. EMBRAPA, 2000. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes>> Acesso em 03/07/2014.

ALBUQUERQUE, P. E. P.; DURÃES, F. O. M.; GOMIDE, R. L.; ANDRADE, C. L. T. **Estabelecimento de sítios-específicos experimentais visando imposição e monitoramento de estresse hídrico para fenotipagem de cereais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2005. 10p. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica, 61).

ALBUQUERQUE, C. J. B.; TARDIN, F. D.; PARRELA, R. A. C. *et al.* **Sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de minas gerais, Brasil**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.11, n.1, p. 69-85, 2012.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; JARDIM, R. R.; ALVES, D. D.; GUIMARÃES, A. S.; PORTO, E. M. **Características agronômicas e bromatológicas dos componentes vegetativos de genótipos de sorgo forrageiro em minas gerais**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.2, p. 164-182, 2013.

ALMEIDA FILHO, S. L.; FONSECA, D. M.; GARCIA, R. *et al.* **Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes e da silagem**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.28, n.1, p.7-13, 1999.

ALMEIDA FILHO, J. E.; TARDIN, F. D.; DAHER, R. F. *et al.* **Avaliação agronômica de híbridos de sorgo granífero em diferentes regiões produtoras do Brasil**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.13, n.1, p. 82-95, 2014.

ARAÚJO, V. L.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. *et al.* **Qualidade das silagens de três híbridos ensilados em cinco diferentes estádios de maturação**. Arquivos Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 59, n.1, p.168-174, 2007.

Association of Official Analytical Chemistry - AOAC. **Official methods of analysis**. 15 ed. Washington, 1995.

- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247p.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6. ed. Viçosa. MG: YFV, 2002. 656 p.
- BUSO, W. H. D.; MORGADO, H. S.; SILVA, L. B.; FRANÇA, A. F. S. **Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal**. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia, v.5, n.23, ed.170, art. 1145, 2011.
- CÂNDIDO, M. J. D.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G. *et al.* **Valor Nutritivo de Silagens de Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob Doses Crescentes de Adubação**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.31, n.1, p.20-29, 2002.
- CARVALHO, L. F.; MEDEIROS FILHO, S.; ROSSETTI, A. G.; TEÓFILO, E. M. **Condicionamento osmótico em sementes de sorgo**. Revista Brasileira de Sementes, Londrina, v. 22, n.1, p.185-192, 2000.
- CHERNEY, J. H.; CHERNEY, J. D. R.; AKIN, D. E. *et al.* **Potential of brown-midrib, low-lignin mutants for improving forage quality**. Advances in Agronomy, v.46, p. 157-198, 1991.
- CYSNE, J. R. B.; PITOMBEIRA, J. B. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo granífero em diferentes ambientes do Estado do Ceará**. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 2. Fortaleza, 2012. p. 273-27.
- COSTA, R. C. L.; OLIVEIRA NETO, C. F.; FREITAS, J. M. **Parâmetros fisiológicos da planta de sorgo utilizada na produção de silagem**. In: 1º Workshop sobre Produção de silagem na Amazônia. Anais. UFRA. P. 9-31. Belém, Novembro, 2004.
- DINIZ, G. M. M. **Produção de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench): aspectos gerais**. 2010. Dissertação (Mestrado em Melhoramentos Genético de Plantas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- EMBRAPA. **Clima de Passo Fundo**: Clima de Passo Fundo - Normais Climatológicas. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/Clima\\_de\\_Passo\\_Fundo.pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/Clima_de_Passo_Fundo.pdf)> Acesso em 20 de julho de 2014.

FARIA JR., W. G.; GONÇALVES, L. C.; TEIXEIRA A. M.; CARVALHO, W. T. V. **Grão de sorgo na alimentação de gado de leite.** In: GONÇALVES, L. C., BORGES, I., FERREIRA, P. D. S. F. Alimentos para gado de leite. Belo Horizonte: FEPMVZ. p.282-304, 2009.

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

FORNAZIERI JUNIOR, A.; KASSAB, A. L.; BARRERA, P. *et al.* **Manual Brasil Agrícola:** principais produtos agrícolas. São Paulo: Ícone, 1999.

GAGGIOTTI, M. C., ROMERO, L. A., BRUNO, O. A. *et al.* **Cultivares de sorgo forrajero para silaje.** II- Características fermentativas y nutritivas de los silajes. Revista Argentina de Producción Animal, v.12, p.163-167, 1992.

GONÇALVES, J. S.; NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D. *et al.* **Composição bromatológica e características fermentativas de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Roxo contendoníveis crescentes do Subproduto da semente do urucum (*Bixa orellana* L.).** Revista Ciência Agronômica, v. 37, n. 02, p. 228-234, 2006.

GONTIJO NETO, M. M.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; *et al.* **Rendimento e valor nutritivo de cinco híbridos de sorgo forrageiro.** Anais... XXXVII Reunião Anual da SBZ, 24 a 27 de Julho de 2000. Viçosa – MG.

GONTIJO NETO, M. M.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G. *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.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G. *et al.* **Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação.** Características agronômicas, carboidratos solúveis e estruturais da planta. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, supl.2, p.1975-1984, 2004.

GONTIJO, M. H. R.; BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L. C. *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.



- JAREMTCHUK, A. R.; JAREMTCHUK, A. C.; BAGLIOLI, B. *et al.* **Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense.** *Acta Scientiarum Animal Science*, Maringá, v. 27, n. 2, p. 181- 188, 2005.
- LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. **Cultivo do sorgo:** clima. 7. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, set. 2011. MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. *Ecofisiologia da produção de sorgo.* Sete Lagoas: Embrapa, 2003. (Comunicado técnico, 87).
- LIMA, C. D. S.; GOMES, H. S.; DETONI, C. E. *et al.* **Adição de uréia e da levedura *Saccharomyces cerevisiae* no enriquecimento protéico da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* L.) cv. 'miúda'.** *Revista Magistra*, v.16, n.1, p.01-08, 2004.
- 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, R. T.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S. *et al.* **Estimativa da degradabilidade ruminal de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) utilizando a técnica *in situ*.** *Acta Animal Science*, Maringá, v. 27, n. 4, p. 483-490, Oct./Dec., 2005.
- MAGALHÃES, R. T.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Avaliação de quatro genótipos de sorgo pela técnica “*in vitro*” semiautomática de produção de gases.** *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 5, n. 1, p. 101-111, 2006.
- MAGALHÃES, R. T.; GONÇALVES, L. C.; Borges, I.; et al. **Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).** *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62: 747-751, 2010.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Cultivo do sorgo: ecofisiologia.** 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, set. 2012.
- MELLO, R.; NÖRNBERG, J. L.; ROCHA, M. G.; DAVID, D. B. **Análise produtiva e qualitativa de um híbrido de sorgo interespecífico submetido a dois cortes.** *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, MG, v.2, n.1, p.20-33, 2003.
- 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*, v.10, n.1, p.87-95, 2004.

NEIVA, J. N. M.; VOLTOLINI, T. V. Produção e conservação de volumosos para reserva estratégica. In: NEIVA, A. C. G. R.; NEIVA, J. N. M. (Org). Do campus para o campo: tecnologias para a produção de leite. Fortaleza: Expressão, EMVZ/UFT, 320p, 2006.

OLIVEIRA, W. H.; AROEIRA, L. J. M.; RODRIGUEZ, N. M. *et al.* Valor nutritivo da cana-dea çúcar 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, J. S.; FERREIRA, R. P.; CRUZ, C. D. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.883-889, 2002.

OLIVEIRA, R. P.; FRANÇA, A. F. S.; RODRIGUES FILHO, O. *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.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. *et al.* Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo Sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.61-67, 2010.

PANOSO, L. A. A.; RAMOS, D. P.; BRANDÃO, M. **Solos do campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo: suas características e classificação no novo sistema brasileiro.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 5).

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

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

PEREIRA FILHO, I. A.; PARRELLA, R. A. C.; MOREIRA, J. A. A. *et al.* **Avaliação de cultivares de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) em diferentes densidades de semeadura visando a características importantes na produção de etanol.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.2, p. 118-127, 2013.

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

QUEIROZ, D. S.; GOMIDE, J. A.; MARIA, J. **Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 1.** Anatomia. Revista Brasileira de Zootecnia, v.29, n.1, p.61-68, 2000.

RATKE, R. F.; FRAZÃO, J. J.; CALIL, P. M.; CEDRO, D. A. B. **Caracterização ambiental da microbacia do córrego Samambaia, goiânia-go, utilizando SIG.** Global Science Technology, Rio Verde, v. 06, n. 01, p.1 – 11, jan/abr. 2013.

RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; NEUMANN, M. **Eficiência na terminação de bovinos de corte.** In: RESTLE, J. (Ed.) Eficiência na produção de bovinos de corte. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000

RIBAS, P. M. **Sorgo:** introdução e importância econômica. Sete Lagoas: EMBRAPA MILHO E SORGO, 2003. 16p. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br>>. Acesso em 23 de julho de 2014.

RODRIGUES FILHO, O.; FRANÇA, A. F. S; OLIVEIRA, R. P. *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.

RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. G. (Ed.). **Sistema de produção de sorgo. Sete Lagoas:** Embrapa Milho e Sorgo, 2007. Versão eletrônica. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2).

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.

SCHIMIDT, A. A. P. **O sorgo.** São Paulo: Ícone, p.63, 1987. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n5/a24v31n5.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2014.

SILVA, A. G. **Desempenho de cultivares de sorgo forrageiro sob diferentes condições termo-fotoperiódicas.** Tese (doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 174p. 2003.

- SILVA, A. G.; ROCHA, V. S.; CRUZ, C. D. *et al.* **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo forrageiro semeados em diferentes épocas do ano.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.4, n.1, p.112-125, 2005.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos:** métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2006. 235 p.
- SILVA, T. C.; SANTOS, E. M.; AZEVEDO, J. A. G. *et al.* **Agronomic divergence of sorghum hybrids for silage yield in the semiarid region of Paraíba.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, n.9, p.1886-1893, 2011.
- SILVA, K. J.; MENEZES, C. B.; TARDIN, F. D.; *et al.* **Seleção de híbridos de sorgo granífero cultivados no verão em três localidades.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.1, p. 44-53, 2013.
- SOUZA, C. C.; DANTAS, J. P.; SILVA, S. M. *et al.* **Produtividade do sorgo C.V. sacarino e qualidade de produtos formulados isoladamente ou combinados ao caldo de cana-de-açúcar.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.25, n.3, p. 512-517, jul, 2005.
- TAMELE, O. H. **Manejo de híbridos de sorgo e cultivares de milho em sistema de pastejo rotativo. Dissertação (Mestrado).** Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal. 72p. 2009.
- TOMICH, T. R. **Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-Sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) avaliados em regime de corte.** 2003. 84f. Dissertação (Doutorado em Ciência Animal) Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2003.
- TOMICH, T. R.; TOMICH, R.G.P.; GONÇALVES, L.C. *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, v.58, n.6, p.1249- 1252, 2006.
- VALENTE, J. O. **Introdução.** In: Manejo cultural do Sorgo para forragem. Circular Técnica, EMBRAPA/CNPMS, n.17, p.5-7, 1992.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. **Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition.** Journal of Dairy Science, v.74, p.3583-3597, 1991.

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

VIEIRA, F. A. P.; BORGES, I.; STEHLING, C. A. V. *et al.* **Qualidade de silagens de sorgo com aditivos**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, vol.56, n.6, 2004.

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

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C.; BORGES, I. D. *et al.* **Influência da altura de corte das plantas nas características agrônômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas. v. 5, n. 2, p.266-279, 2006.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C.; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. **Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura**. Bragantia, 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. 475p.

ZAGO, C. P. **Utilização de sorgo na alimentação de ruminantes**. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Manejo cultural do sorgo para forragem. Sete Lagoas, 1992. p. 9-30. (Embrapa-CNPMS.Circular Técnica, 17).