



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

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

**JOSÉ JADER SILVEIRA ARAÚJO**

**2018**

**JOSÉ JADER SILVEIRA ARAÚJO**

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR NUTRICIONAL  
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 em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**Orientador**

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

**UNIMONTES  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2018**

Araújo, José Jader Silveira

A662c Características agronômicas e valor nutricional de genótipos de sorgo [manuscrito] / José Jader Silveira Araújo. – 2018. 40 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2019.

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

1. Adubação nitrogenada. 2. Interação genótipo-ambiente. 3. Silagem. 4. Sorgo. I. Pires, Daniel Ananias de Assis. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 633.62

Catálogo: Joyce Aparecida Rodrigues de Castro Bibliotecária CRB6/2445

**JOSÉ JADER SILVEIRA ARAÚJO**

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR NUTRICIONAL  
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 em  
Produção Animal, para obtenção do  
título de Mestre em Zootecnia.

**APROVADA em 06 de DEZEMBRO de 2018.**



Prof.<sup>o</sup>. Dr. Daniel Ananias de Assis  
Pires  
UNIMONTES  
(Orientador)



Prof. Dr. Flávio Pinto Monção  
UNIMONTES



Prof.<sup>a</sup>. Dra. Eleuza Clarete Junqueira de  
Sales  
UNIMONTES



Dr. Otaviano Souza Pires Neto  
FUNORTE

**JANAÚBA**  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2018

Dedico este trabalho a minha mãe Deldi que, com muito carinho e apoio, não mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

**DEDICO!**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter me dado forças e por sempre me guiar quando tudo se tornava difícil;

Aos meus pais José e Deldi, por todo o apoio que me deram, por todo o esforço que fizeram e por terem sempre me apoiado no que precisei. Aos meus irmãos Anderson e Elvis, pelo apoio e incentivo; e à minha namorada Érica pela dedicação e companheirismo;

Ao meu orientador Daniel, o qual possuo grande respeito e admiração, principalmente pela sua competência, carisma e humildade, com quem aprendi bastante com todos esses anos de trabalho. Não poderia ter escolhido melhor orientador!

Aos professores Eleusa, Flávio e Otaviano por aceitarem fazer parte da minha banca e contribuir para execução desse trabalho;

A todos os professores de graduação e pós, por quem passei nesses últimos 7 anos, a quem devo a minha formação profissional e pessoal. A todos os funcionários da Unimontes que de forma direta ou indireta contribuíram para realização deste trabalho;

Aos meus amigos Raul, Hugo, Dayane, Wemerson, Ayle, Deiyse, Geruza, Géssica, Henrique, Thamara, Arlon, Matheus, Guilherme (Souza e Sterfesson), Josimar, Gustavo, Rodney, Karine, Rafael, Vicente, Orlando, Mariele, Natália, Natanael, e todos que conviveram comigo por esses anos, obrigado pela amizade!

À equipe Mariele, Janaína, Luís, Mirian e Orlando que me ajudaram neste trabalho;

À CAPES pela concessão de bolsa e Embrapa Milho e Sorgo pelo apoio;

Agradeço de coração as pessoas que me ajudaram de forma direta ou indireta para a minha formação, sou muito grato a vocês!

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL .....	i
GENERAL ABSTRACT .....	iii
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Cultura do Sorgo .....	3
2.2 Características agronômicas .....	4
2.3 Características nutricionais .....	7
2.4 Degradabilidade <i>insitu</i> .....	9
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	11
CAPÍTULO I: CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR NUTRICIONAL DE GENÓTIPOS DE SORGO. ....	15
RESUMO .....	16
ABSTRACT .....	17
1. INTRODUÇÃO .....	18
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
4. CONCLUSÃO .....	37
5. AGRADECIMENTOS .....	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38

Araújo, J. J. S. **Características agronômicas e valor nutricional de genótipos de sorgo**. 2018. 40 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil<sup>1</sup>.

## RESUMO GERAL

O sorgo é uma cultura de destaque para produção de silagem, pois possui características desejáveis como elevado teor de carboidratos solúveis, essenciais ao processo de fermentação, além de boa produtividade de massa, alta tolerância a seca, solos salinos e boa adaptação a diferentes sistemas, aumentando assim sua área de plantio nas diversas condições brasileiras, facilitando o desenvolvimento de vários genótipos adaptados ao processo de conservação de forragem. Objetivou-se com esse trabalho comparar as características agronômicas, composição química e degradabilidade *in situ* de genótipos de sorgo. O experimento foi conduzido nas dependências do CNPMS (Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo) em Sete Lagoas, MG. Foram utilizados para comparação nesse estudo os genótipos 12F02006, 12F03033, 13F26006, BRS655 e VOLUMAX. Para comparar as características agronômicas e nutricionais foi utilizado o delineamento em blocos casualizados e para a degradabilidade *in situ* foi considerado esquema de parcelas subdivididas no tempo em que os genótipos foram as parcelas e os tempos de incubação as subparcelas. Os genótipos 13F2006, BRS655 e VOLUMAX foram os que apresentaram menores produtividades de matéria seca, com inferiores em 49,22% em relação ao 12F02006 e 36,61% ao 12F03033. Os genótipos 12F03033 e 13F26006 foram superiores ao VOLUMAX quanto ao teor de matéria <sup>1</sup>seca (MS), com médias de 30,73 e 31%, respectivamente. Não houve diferença para os teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e nutrientes digestíveis totais (NDT) ( $P>0,05$ ). Em relação aos teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN<sub>cp</sub>), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e lignina o genótipo BRS655 apresentou os menores valores, com médias de 62,49; 35,55; e 4,77%, respectivamente. Não foi constatada diferença para a degradabilidade potencial (DP), fração indigestível (FI), e degradabilidade efetiva (DE) a 2; 5 e 8% h<sup>-1</sup> da MS. Quanto a degradabilidade da FDN o genótipo BRS655 foi superior quanto a fração insolúvel potencialmente degradável (Bp), DP e DE a 2 e 5% h<sup>-1</sup>. O genótipo 12F03033 considerando a produtividade de matéria seca, teor de FDN e degradabilidade efetiva a 2 e 5% h<sup>-1</sup>, apresentou maior

---

<sup>1</sup> **Comitê de orientação:** Prof. Dsc. Daniel Ananias de Assis Pires – Departamento de ciências agrárias/UNIMONTES (Orientador). Prof Dsc. Eleuza Clarete de Junqueira Sales – Departamento de ciências agrárias/UNIMONTES (Co-orientadora).



fibra degradável por área produzida e a  $8\% \text{ h}^{-1}$  o genótipo 12F02006 foi superior, considerando-se que estes dois genótipos apresentaram semelhanças na degradabilidade efetiva da fibra a  $8\% \text{ h}^{-1}$ . Os genótipos 12F03033 e 12F02006 se destacaram, pois foram os que melhor aliaram produtividade e qualidade da fibra, sendo os mais indicados ao processo de ensilagem.

**Palavras-chave:** produtividade, qualidade nutricional, silagem.

ARAÚJO, J. J. S. **Agronomic characteristics and nutritional value of sorghum genotypes.** 2018. 40 p. Dissertation (Master's Degree in Zootechnics) – State University of Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil<sup>2</sup>.

### GENERAL ABSTRACT

The sorghum is a prominent crop for silage production, as it has desirable characteristics such as high soluble carbohydrate content, essential to the fermentation process, besides good mass productivity, high tolerance to drought, saline soils and good adaptation to different systems, thus increasing its planting area in the different Brazilian conditions, facilitating the development of several genotypes adapted to the forage conservation process. The objective of this work was to evaluate the agronomic characteristics, chemical composition and *in situ* degradability of sorghum genotypes. The experiment was carried out in the premises of CNPMS (National Center for Research on Corn and Sorghum) in Sete Lagoas, MG. Genotypes 12F02006, 12F03033, 13F26006, BRS655 and VOLUMAX were used in this study. In order to compare the agronomic and nutritional characteristics, a randomized complete block design was used and *in situ* degradability was considered subdivided plots scheme in the time in which the genotypes were the plots and the incubation times the subplots. The genotypes 13F2006, BRS655 and VOLUMAX presented the lowest yields of dry matter, with inferiority of 49.22% in relation to 12F02006 and 36.61% in 12F03033. The genotypes 12F03033 and 13F26006 were higher than the VOLUMAX for dry matter (DM), with averages of 30.73 and 31%, respectively. There was no difference for crude protein (CP), ethereal extract (EE) and total digestible nutrients (NDT) ( $P > 0.05$ ). In relation to the levels of neutral detergent insoluble fiber (NDFc), acid detergent insoluble fiber (ADF) and lignin, the BRS655 genotype showed the lowest values, with mean values of 62.49; 35.55; and 4.77%, respectively. No difference was observed for potential degradability (PD), indigestible fraction (IF), and effective degradability (ED) at 2; 5 and 8%  $h^{-1}$  of (DM). As for the degradability of the NDF, genotype BRS655 was higher than the potentially degradable insoluble fraction (Bp), PD and ED at 2 and 5%  $h^{-1}$ . The 12F03033 genotype, considering dry matter yield, NDF content and effective degradability at 2 and 5%  $h^{-1}$ , presented a higher degradable fiber per area

---

<sup>2</sup>**Orientation Committee:** Prof. Dsc. Daniel Ananias de Assis Pires – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Advisor); ProfDsc. Eleuza Clarete de Junqueira Sales - Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Co-adviser).

and at 8% h<sup>-1</sup>, the 12F02006 genotype was higher, considering that these two genotypes showed similarities in the effective fiber degradability to 8% h<sup>-1</sup>. The genotypes 12F03033 and 12F02006 stood out, as they were the ones that better ally productivity and fiber quality, being the most indicated to the silage process.

**Keywords:** productivity, nutritional quality, silage.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A estacionalidade na produção de forragem no Brasil é um dos principais fatores que limitam a produtividade de carne e leite durante todo o ano, o que torna necessário melhor planejamento a fim de proporcionar rendimento constante mesmo com as adversidades enfrentadas. A produção de silagem surge como uma das soluções a este problema, uma vez que permite conservar a qualidade nutricional da forrageira fresca e garantir quantidade necessária para o rebanho em tempos não favoráveis.

Neste cenário, o sorgo é uma cultura de destaque para produção de silagem, pois possui características desejáveis como alto teor de carboidratos solúveis, essenciais ao processo de fermentação, além de boa produtividade de massa, boa tolerância a seca, solos salinos e boa adaptação a diferentes sistemas, aumentando assim sua área de plantio nas diversas condições brasileiras, facilitando o desenvolvimento de vários genótipos adaptados ao processo de conservação de forragem.

No entanto, como o Brasil tem uma grande diversidade climática, não é esperado o mesmo comportamento de híbridos de sorgo em todas as regiões, fazendo-se necessário a caracterização agrônômica em diversos ambientes (LIMA *et al.*, 2017). Além disso, a estimativa do valor nutritivo das forrageiras é importante, seja para permitir adequado manejo alimentar de dietas à base de volumosos ou para orientar no melhoramento ou na seleção de forrageiras (MAGALHÃES *et al.*, 2010). Porém, o estudo de alimentos para ruminantes, visando apenas à quantidade de nutrientes fornecidos, tem sido reconhecido como insuficiente, resultando em busca por outras metodologias para avaliações específicas da utilização dos nutrientes da dieta pelos animais (GORDIN, 2011).

A degradabilidade é uma ferramenta importante e imprescindível nas avaliações de alimentos, cujo objetivo é propiciar o conhecimento das frações solúveis, fração potencialmente degradável no rúmen e fração indigestível, além das taxas de degradação, degradabilidade efetiva (DE) e potencial (DP) do alimento (SMILLI *et al.*, 2014).

Nesse sentido, torna-se importante a busca da expansão da cultura do sorgo para a produção de silagem a fim de permitir desenvolvimento de híbridos com o objetivo de aliar produtividade e qualidade nutricional, fatores indispensáveis para atingir resultados satisfatórios na produção animal.

Diante do exposto, objetivou-se comparar as características agronômicas, composição química e degradabilidade *in situ* da matéria seca e fibra insolúvel em detergente neutro de genótipos de sorgo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura do Sorgo

A origem do sorgo está provavelmente na África, apesar de 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 (RIBAS, 2003).

O sorgo é uma planta autógama, com baixa taxa de fecundação cruzada. A planta de sorgo apresenta metabolismo C4, resposta fotoperiódica típica de dias curtos e de altas taxas fotossintéticas (MAGALHÃES, SOUZA e SCHAFFERTH, 2015). De origem tropical possui boa capacidade fotossintética, adaptada as mais variadas condições de fertilidade do solo, sendo mais tolerante do que o milho a altas temperaturas e déficit 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).

A temperatura ótima para o desenvolvimento de cada plantio varia conforme a cultivar considerada. De forma geral, a literatura tem mostrado que temperaturas superiores a 38°C ou inferiores a 16°C limitam o desenvolvimento da maioria das cultivares. O aumento de 5°C em relação à temperatura ótima noturna pode implicar redução de até 33% da produtividade, uma vez que ocorre um aumento da taxa de respiração noturna (LANDAU e SANS, 2015). A planta de sorgo requer valores superiores a 21°C para bom crescimento e desenvolvimento. Quando comparado ao milho, o sorgo é mais tolerante a temperaturas altas e menos tolerante a temperaturas baixas. A temperatura baixa afeta, o desenvolvimento da panícula principalmente por seu efeito sobre a

esterilidade das espiguetas. A sensibilidade a temperaturas baixas é maior durante a meiose (MAGALHÃES, SOUZA e SCHAFFERTH, 2015).

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, 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 esta cultura (LANDAU e SANS, 2015).

Assim como no milho, tanto o excesso (alagamento) quanto a falta de água (seca ou déficit hídrico) no solo afeta o seu desenvolvimento. Quando comparado com o milho, o sorgo produz mais sobre estresse hídrico (raiz explora melhor o perfil do solo), murcha menos e é capaz de se recuperar de murchas prolongadas (MAGALHÃES, SOUZA e SCHAFFERTH, 2015).

É uma planta adaptada ao processo de ensilagem, devido às suas características fenotípicas que determinam facilidade de plantio, manejo, colheita e armazenamento. Na sua composição química contém alta concentração de carboidratos solúveis que são essenciais para uma adequada fermentação láctica da matéria orgânica, fator responsável pela qualidade nutricional da silagem (NEUMANN *et al.*, 2002).

Além disso, o sorgo pode ser usado na alimentação animal, na indústria e como matéria prima para outros subprodutos, como bebida, combustível e açúcar. O rendimento de grãos de cultivares de sorgo tem tido crescente aumento devido à introdução de híbridos (SILVA *et al.*, 2012).

## **2.2 Características agronômicas**

A caracterização agronômica dos materiais genéticos disponíveis no mercado é de fundamental importância, para se obter silagem de sorgo de alta produção e com elevado valor nutritivo (ZAGO, 1991). A identificação

de plantas mais adaptadas contribui para obtenção de maiores rendimentos, pois ressalta-se que, além da genética e do ambiente, a produção é influenciada, entre outros fatores, por qualidade da semente, época de semeadura, população de plantas, preparo, correção e adubação do solo, irrigação, controle de plantas daninhas, pragas e doenças (ALMEIDA FILHO *et al.*, 1999). Além disso, a produtividade do sorgo ocorre em função de outros 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, 2015).

A altura da planta de sorgo pode variar de 40 cm até 4 m, sendo importante para sua classificação. A altura do caule até o extremo da panícula varia segundo o número e a distância dos entrenós e também segundo o pedúnculo e a panícula sendo determinada pelos genes da maturação e por sua reação ao fotoperíodo e à temperatura. Além disso, o déficit de água e as deficiências pelos nutrientes afetam as taxas de expansão das folhas, altura da planta e duração da área foliar, principalmente nos genótipos sensíveis ao fotoperíodo. Esses efeitos podem ser modificados por mudanças na duração do dia (MAGALHÃES, SOUZA e SCHAFFERTH, 2015). 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 apresentam 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 a altura de híbridos de sorgo forrageiro, Cunha e Lima (2010) observaram média de 3,20 m. Almeida Filho *et al.* (2014) avaliando a altura de 25 híbridos de sorgo graníferos cultivados em diferentes regiões, relataram média de 1,30 m.

A diferenciação floral do sorgo é afetada principalmente pelo fotoperíodo e pela temperatura. O período mais crítico para a planta, em que ela não pode sofrer qualquer tipo de estresse biótico ou abiótico, vai da diferenciação da panícula à diferenciação das espiguetas (2 a 3 semanas de



duração). Na fase de diferenciação floral ocorre o bloqueio da atividade meristemática (divisão celular), posteriormente todo crescimento é devido ao alongamento das células já existentes (MAGALHÃES, SOUZA e SCHAFFERTH, 2015). Sendo assim, os genótipos que apresentam ciclo tardio tendem a ser mais produtivos, pois possuem um estágio vegetativo mais longo. Sobretudo, a busca por genótipos precoces é bastante válida, pois é interessante que a cultura fique menos tempo sujeita a um ambiente passível de estresse hídrico, como é o ambiente de safrinha (ALMEIDA FILHO *et al.*, 2014). Avaliando a idade para o início ao florescimento de 25 híbridos de sorgo granífero, Almeida Filho *et al.* (2014) observaram em diferentes regiões variação de 60 a 70,33 dias. Lima *et al.* (2017), avaliando a iniciação floral de genótipos forrageiros em diferentes locais de plantio, relataram variação de 71 a 90 dias.

O número de plantas por área também é um fator a se considerar na produtividade da cultura, sendo dependente da disponibilidade hídrica e da época de semeadura. Desse modo, a produtividade tende a se elevar com o aumento da população, até atingir determinado número de plantas por área, que é considerada como população ótima (SILVA, 2018). A densidade ideal para o sorgo forrageiro está entre 90 e 110 mil plantas por hectare, tendo como objetivo a redução de acamamento, o que normalmente ocorre em populações maiores (MANTOVANI e RIBAS, 2015). Oliveira *et al.* (2005), avaliando o número de plantas por hectare de genótipos forrageiros, observaram variação de 167 a 204 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

Fatores como as condições ambientais e genotípicas bem como a interação entre eles causam variações na produção de matéria verde bem como na produtividade de matéria seca. Avaliando diferentes híbridos de sorgo cultivados em diferentes regiões, Lima *et al.* (2017) observaram variação de acordo o local de plantio. Os valores encontrados de produção de matéria verde foram de 39,33; 39,77; 43,55 e 34,8 t ha<sup>-1</sup> para as regiões de Sete Lagoas – MG, Nova Porteirinha – MG, Passo Fundo – RS e Goiânia – GO, respectivamente. A mesma variação foi observada para a produção de

matéria seca, onde reportaram médias de 16,13; 18,57; 18,56 e 15,42 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para as mesmas regiões citadas acima. Estudando a produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo, Skonieski *et al.* (2010) observaram variação na produção de matéria seca, relatando valores de 17,53 e 13 t ha<sup>-1</sup> para genótipos forrageiros e duplo propósito, respectivamente.

### 2.3 Características nutricionais

São vários os fatores que influenciam as concentrações dos nutrientes nas forrageiras, destacando-se a espécie, a origem, as condições de cultivo, as condições ambientais, 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).

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, para atender suas exigências de manutenção, crescimento, gestação e produção de leite (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Entre os fatores que influenciam o teor MS estão a idade de corte e a proporção de constituintes da planta (colmo, folhas e panícula) (LIMA *et al.*, 2017). A faixa ideal para a produção de silagem vai de 30 a 35% de MS, evitando assim perdas por efluentes, produção gases e calor, bem como promover uma adequada fermentação láctica para manter o valor nutritivo da silagem (MUCK *et al.*, 2018). Teores maiores que 40% de MS podem apresentar maior dificuldade de compressão e, conseqüentemente menor qualidade, devido à maior presença de ar (TOMICH *et al.*, 2004). Avaliando a produção e composição química de genótipos de sorgo, Skonieski *et al.* (2010) relataram para o sorgo forrageiro e duplo propósito médias de 33,01 e 38,32%, respectivamente. Lima *et al.* (2017), estudando 25 híbridos de sorgo, relataram variação de 33,35 a 50,13% de MS.

O teor de proteína bruta (PB) do sorgo depende da combinação de vários fatores, incluindo o comportamento agrônomico do genótipo, estágio de maturação e condições edafoclimáticas da área de plantio. A maior proporção de folhas e grãos contribuem para um maior teor de proteína e estas proporções são afetadas pela altura e estágio de desenvolvimento da planta (LIMA *et al.*, 2017). Brito *et al.* (2000) observaram correlação positiva entre PB e percentagem de folhas ( $p < 0,0001$ ;  $r = 0,91$ ) e entre PB e percentagem de panícula ( $p < 0,0022$ ;  $r = 0,63$ ) e correlação negativa entre PB e percentagem de colmo ( $p < 0,0001$ ;  $r = - 0,88$ ). Avaliando a composição química de quatro híbridos de sorgo, Albuquerque *et al.* (2013) relataram variação de 8,27 a 9,84% de proteína bruta (PB). Avaliando 25 híbridos de sorgo, Lima *et al.* (2017) relataram média de 8,2% de PB.

A determinação do teor de fibra é muito importante na caracterização do valor nutricional da forragem, devido à relação desses componentes com a regulação da ingestão, digestibilidade, taxa de passagem e atividade mastigatória na alimentação de ruminantes. Na dieta rica em fibras, a densidade energética tende a ser baixa, com ingestão limitada pelo rúmen e o desempenho dos animais pode estar comprometido, porém, o baixo teor de fibras aumenta o risco de distúrbios metabólicos (LIMA *et al.*, 2017). Valores de FDN acima de 60% estão negativamente correlacionados com a ingestão de matéria seca pelo animal, pois altos valores desse conteúdo dificultam a fragmentação dos alimentos e a digestão pelas bactérias ruminais (VAN SOEST, 1994). Skonieski *et al.* (2010) não observaram diferenças para sorgo forrageiro e duplo propósito que apresentaram médias de 55,34 e 31,01% para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), respectivamente. Moraes *et al.* (2013) comparando 4 híbridos de sorgo relataram variação no teor de FDN (55,57 a 66,65%) e FDA (31 38,60%).

A hemicelulose integra a FDN e é calculada como a diferença entre FDN e FDA. A celulose é um homopolissacarídeo composto por unidades de glicose, ligadas entre si por ligações glicosídicas  $\beta$  1 $\rightarrow$ 4. Polímeros de

celulose são distribuídos paralelamente uns aos outros, formando camadas de cobertura celular vegetal. Esse arranjo confere maior resistência à célula, dificultando a degradação ao nível ruminal ao obstruir o ataque de microrganismos degradadores de fibras (KOZLOSKI, 2011). Além do conteúdo de FDN e FDA, a determinação dos níveis de lignina é importante para o entendimento do uso de forragem pelo animal, com consequente aumento ou diminuição da digestibilidade, dependendo da concentração desse composto fenólico (LIMA *et al.*, 2017). Avaliando a composição química de genótipos de sorgo forrageiro e duplo propósito Skonieski *et al.* (2010) não observaram diferenças, relatando médias de 22,86; 24,59 e 5,02% para hemicelulose, celulose e lignina, respectivamente.

#### 2.4 Degradabilidade *in situ*

A técnica de degradabilidade *in situ* estima parâmetros da cinética de degradação de um alimento e de suas frações degradáveis, em função de períodos de incubação no rúmen, sendo um método preciso, simples e rápido para determinar a qualidade de uma forragem (GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2010). De acordo com Van Soest (1994), embora o alimento não esteja sujeito a todos os eventos digestivos, como mastigação, ruminação e passagem, não há melhor forma de simulação do ambiente ruminal do que a técnica *in situ*, isto porque esta técnica permite o contato íntimo do alimento teste com o ambiente ruminal.

O método de degradação *in situ* consiste no fracionamento dos alimentos em seus constituintes compostos de três frações distintas: fração “a”, que representa a fração solúvel do alimento, podendo ser utilizada imediatamente pelos microrganismos do rúmen; fração “b”, que corresponde à fração potencialmente degradável, segundo uma velocidade relativa supostamente constante, conforme o tipo de alimento e o parâmetro c que corresponde à taxa de degradação da fração “b” (MARTINS *et al.*, 1999). A degradabilidade potencial corresponde à degradação de um alimento no

rúmen, com tempo de retenção ilimitado, ou seja, é o potencial máximo de degradação de determinado alimento, sem levar em consideração a taxa de passagem do mesmo. Já a degradabilidade efetiva visa apresentar a predição da degradabilidade potencial com a influência da taxa de passagem do alimento. Isso se torna essencial nessas avaliações, devido ao fato de que desconsideração da taxa de passagem superestimaria a digestão ruminal (SILVA, 2012).

A fração indigestível é constituída principalmente de lignina, que é extremamente resistente à degradação biológica, enzimática ou química, nesse sentido a degradabilidade do alimento tem forte relação com essa fração (FUKUSHIMA, 2007). Além da lignina, os compostos fenólicos como os taninos têm sido apontados como uma barreira primária para a degradação das frações fibrosas, estando a redução de sua concentração relacionada positivamente com a digestão (PIRES *et al.*, 2009). Molina *et al.*, (2002) observaram queda na degradabilidade potencial de genótipos de sorgo com avançar do estágio leitoso a farináceo, em que os genótipos BR303 e BR601 sofreram redução de 2,7; 8,6%, respectivamente.

Avaliando a degradabilidade da matéria seca de três híbridos de sorgo, Cardoso *et al.* (2012) observaram médias de 68,63 e 47,24% para a degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva a 5% h<sup>-1</sup>. Pires *et al.*, (2009) avaliando a degradabilidade da fração fibrosa relataram para a DE da FDN a 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup> médias de 46,72; 32,27 e 24,65%, respectivamente. Costa *et al.* (2016), avaliando a degradabilidade da fibra insolúvel em detergente neutro de 4 genótipos de sorgo, relataram para a DE a 5% h<sup>-1</sup>, variação de 19,18 a 56,79%.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. J. B. *et al.* 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, J. E. *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.

ALMEIDA FILHO, S. L. *et al.* Características agronômicas de cultivares de milho (*Zeamays* L.) e qualidade dos componentes e da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.7-13, 1999.

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.

BRITO, A.F. *et al.* Avaliação da silagem de sete genótipos de sorgo [*(Sorghum bicolor* (L) Moench)]. II. Padrão de fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 5, p. 491-497. 2000.

CARDOSO, R. M. *et al.* Avaliação de híbridos de sorgo para silagem por meio da degradabilidade *in situ*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 1, p. 106-114, 2012.

COSTA, R. F. *et al.* *In situ* degradability of dry matter and fibrous fraction of sorghum silage. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 171-176, 2016.

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**, v.39, n.4, p.701-706, 2010.

DIAS, F. J. *et al.* Composição química e perdas totais de matéria seca na silagem de planta de soja. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, n.1, p.19-26. 2010.

DINIZ, G. M. M. **Produção de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench): aspectos gerais.** Dissertação (Mestrado em Melhoramentos Genético de Plantas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.

FUKUSHIMA, R. S. Otimização de método analítico para a determinação do teor de lignina. In: RENNÓ, F.P.; SILVA, L.F.P. (Ed). **Simpósio internacional avanços em técnicas de pesquisa em nutrição de ruminantes**. p.253-279. 2007.

GORDIN, C. L. **Degradabilidade ruminal e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de gramíneas de *Cynodon* spp em quatro idades de rebrota**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados. 80f. 2011.

GUIMARÃES JÚNIOR, R. *et al.* Degradabilidade *in situ* de silagens de milho em ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n.2, p.334-343, 2010.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Editora Universidade Federal de Santa Maria. Vol.1, 3ed. 2011.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. **Clima: cultivo do sorgo**. 9. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

LIMA, L.O.B. *et al.* Agronomic traits and nutritional value of forage sorghum genotypes. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. v. 39, n. 1, p. 7-12, 2017.

MAGALHÃES, C. P. SOUZA, C. T. SCHAFFERTH, R. E. **Ecofisiologia: cultivo do sorgo**. 9. ed. Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

MAGALHÃES, R. T. *et al.* Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 3, p. 747-751, 2010.

MANTOVANI, E. C. RIBAS, P. M. **Plantio: cultivo do sorgo**. 9.ed. Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

MARTINS, A. S. *et al.* Degradabilidade Ruminal *In Situ* da Matéria Seca e Proteína Bruta das Silagens de Milho e Sorgo e de Alguns Alimentos Concentrados. **Revista brasileira de zootecnia**, v.28, n.5, p.1109-1117, 1999.

MOLINA, L. R. *et al.* Degradabilidade *in Situ* da Matéria Seca e Proteína Bruta das Silagens de Seis Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em Diferentes Estádios de Maturação. **Revista brasileira de zootecnia**. v.31, n.1, p.148-156, 2002.

MORAES, S. D. de. *et al.* Production and chemical composition of hybrid sorghum and corn for silage. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 4, p. 624-634, 2013.

MOURA, M.M.A. *et al.* Nutritional value of sorghum silages. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 39, n.2, p. 137-142, 2017.

MUCK, R. E. *et al.* Silagere view: Recent advances and future uses of silage additives. **J. Dairy Sci.** V. 101, n.5, p. 3980-4000, 2018.

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, p.302-312, 2002.

OLIVEIRA, L.B. *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.

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

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

PIRES, D. A. A. *et al.* Degradabilidade *in situ* das frações fibrosas da silagem de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 2, p. 175-185, 2009.

QUEIROZ, D. S. *et al.* 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.

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 12 de nov 2018.

SILVA, J. S. **Degradabilidade ruminal *in situ* do sorgo grão em diferentes formas de reconstituição**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de veterinária, Universidade federal de minas gerais. 57f. 2012.

SILVA, S. J. G. **Avaliação agrônômica de sorgo em diferentes idades de corte**. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade estadual de Montes Claros, 2018.



SILVA, R. *et al.* Avaliação de diferentes genótipos de sorgo para forragem e silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.3, p. 225-233, 2012.

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

SMILLI, F. F. *et al.* Degradabilidade *in situ* do híbrido de sorgo e do capim-tanzânia em vacas suplementadas no outono. **B. Industr. Anim.**,v.71, n.2, p.127-134, 2014.

TOMICH, T. R. *et al.* Características químicas e digestibilidade *in vitro* de silagens de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.1672-1682. 2004.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476p.

ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS. **Anais...** p.169-217. 1991.

**CAPÍTULO I: CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR  
NUTRICIONAL DE GENÓTIPOS DE SORGO**

Araújo, J. J. S. **Características agronômicas e valor nutricional de genótipos de sorgo**. 2018. 16-40 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil<sup>2</sup>.

## RESUMO

Objetivou-se avaliar as características agronômicas, composição química e degradabilidade *in situ* de genótipos de sorgo. O experimento foi conduzido nas dependências do CNPMS (Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo) em Sete Lagoas, MG. Foram utilizados para comparação nesse estudo os genótipos 12F02006, 12F03033, 13F26006, BRS655 e <sup>3</sup>VOLUMAX. Para comparar as características agronômicas e nutricionais foi utilizado o delineamento em blocos casualizados e para a degradabilidade *in situ* foi considerado esquema de parcelas subdivididas no tempo em que os genótipos foram as parcelas e os tempos de incubação as subparcelas. Os genótipos 13F2006, BRS655 e VOLUMAX foram os que apresentaram menores produtividades de matéria seca, com inferioridade de 49,22% em relação ao 12F02006 e 36,61% ao 12F03033. Os genótipos 12F03033 e 13F26006 foram superiores ao VOLUMAX quanto ao teor de matéria seca (MS), com médias de 30,73 e 31%, respectivamente. Não houve diferença para os teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e nutrientes digestíveis totais (NDT) ( $P > 0,05$ ). Em relação aos teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN<sub>cp</sub>), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e lignina o genótipo BRS655 apresentou os menores valores, com médias de 62,49; 35,55; e 4,77%, respectivamente. Não foi constatada diferença para a degradabilidade potencial (DP), fração indigestível (FI), e degradabilidade efetiva (DE) a 2; 5 e 8% h<sup>-1</sup> da MS. Quanto a degradabilidade da FDN o genótipo BRS655 foi superior quanto a fração insolúvel potencialmente degradável (Bp), DP e DE a 2 e 5% h<sup>-1</sup>. O genótipo 12F03033 considerando a produtividade de matéria seca, teor de FDN e degradabilidade efetiva a 2 e 5% h<sup>-1</sup>, apresentou uma maior fibra degradável por área produzida e a 8% h<sup>-1</sup> o genótipo 12F02006 foi superior, considerando-se que estes dois genótipos apresentaram semelhanças na degradabilidade efetiva da fibra a 8% h<sup>-1</sup>. Os genótipos 12F03033 e 12F02006 se destacaram, pois foram os que melhor aliaram produtividade e qualidade da fibra, sendo os mais indicados ao processo de ensilagem.

**Palavras-chave:** produtividade, qualidade nutricional, silagem.

---

<sup>3</sup> **Comitê de orientação:** Prof. Dsc. Daniel Ananias de Assis Pires – Departamento de ciências agrárias/UNIMONTES (Orientador). Prof Dsc. Eleuza Clarete de Junqueira Sales – Departamento de ciências agrárias/UNIMONTES (Co-orientadora).

ARAÚJO, J. J. S. **Agronomic characteristics and nutritional value of sorghum genotypes.** 2018. 16-40 p. Dissertation (Master's Degree in Zootechnics) – State University of Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil<sup>4</sup>.

### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the agronomic characteristics, chemical composition and in situ degradability of sorghum genotypes. The experiment was carried out in the premises of CNPMS (National Center for Research on Corn and Sorghum) in Sete Lagoas, MG. Genotypes 12F02006, 12F03033, 13F26006, BRS655 and VOLUMAX were used in this study. In order to compare the agronomic and nutritional characteristics, a randomized complete block design was used and in situ degradability was considered subdivided plots scheme in the time in which the genotypes were the plots and the incubation times the subplots. The genotypes 13F2006, BRS655 and VOLUMAX presented the lowest yields of dry matter, with inferiority of 49.22% in relation to 12F02006 and 36.61% in 12F03033. The genotypes 12F03033 and 13F26006 were higher than the VOLUMAX for dry matter (DM), with averages of 30.73 and 31%, respectively. There was no difference for crude protein (CP), ethereal extract (EE) and total digestible nutrients (NDT) ( $P > 0.05$ ). In relation to the levels of neutral detergent insoluble fiber (NDFc), acid detergent insoluble fiber (ADF) and lignin, the BRS655 genotype showed the lowest values, with mean values of 62.49; 35.55; and 4.77%, respectively. No difference was observed for potential degradability (PD), indigestible fraction (IF), and effective degradability (ED) at 2; 5 and 8% h<sup>-1</sup> of (DM). As for the degradability of the NDF, genotype BRS655 was higher than the potentially degradable insoluble fraction (Bp), PD and ED at 2 and 5% h<sup>-1</sup>. The 12F03033 genotype, considering dry matter yield, NDF content and effective degradability at 2 and 5% h<sup>-1</sup>, presented a higher degradable fiber per area and at 8% h<sup>-1</sup>, the 12F02006 genotype was higher, considering that these two genotypes showed similarities in the effective fiber degradability to 8% h<sup>-1</sup>. The genotypes 12F03033 and 12F02006 stood out, as they were the ones that better ally productivity and fiber quality, being the most indicated to the silage process.

**Keywords:** productivity, nutritional quality, silage.

---

<sup>4</sup>**Orientation Committee:** Prof. Dsc. Daniel Ananias de Assis Pires – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Advisor); Prof. Dsc. Eleuza Clarete de Junqueira Sales - Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Co-adviser).

## 1. INTRODUÇÃO

A estacionalidade na produção de forragem no Brasil é um dos principais fatores que limitam a produtividade de carne e leite durante todo o ano, o que torna necessário um melhor planejamento a fim de proporcionar rendimento constante. A produção de silagem surge como uma das soluções a este problema, uma vez que permite conservar a qualidade nutricional da forrageira fresca e garantir quantidade necessária para o rebanho em tempos não favoráveis.

Neste cenário o sorgo é uma cultura de destaque para produção de silagem, pois possui características desejáveis como alto teor de carboidratos solúveis, essenciais ao processo de fermentação, além de boa produtividade de massa, alta tolerância a seca, solos salinos e boa adaptação a diferentes sistemas, aumentando assim sua área de plantio nas diversas condições brasileiras, facilitando assim o desenvolvimento de vários genótipos adaptados ao processo de conservação de forragem.

No entanto, como o Brasil tem uma grande diversidade climática, não é esperado o mesmo comportamento de híbridos de sorgo em todas as regiões, fazendo-se necessário a caracterização agrônômica em diversos ambientes (LIMA *et al.*, 2017). Além disso, a estimativa do valor nutritivo das forrageiras é importante, seja para permitir adequado manejo alimentar de dietas à base de volumosos ou para orientar no melhoramento ou na seleção de forrageiras (MAGALHÃES *et al.*, 2010). Porém o estudo de alimentos para ruminantes, visando apenas à quantidade de nutrientes fornecidos, tem sido reconhecido como insuficiente, resultando em busca por outras metodologias para avaliações específicas da utilização dos nutrientes da dieta pelos animais (GORDIN, 2011).

A degradabilidade *in situ* surge como uma ferramenta importante e imprescindível nas avaliações de alimentos, cujo objetivo é propiciar o conhecimento das frações solúveis, fração potencialmente degradável no

rúmen e fração indigestível, além das taxas de degradação, degradabilidade efetiva (DE) e potencial (DP) do alimento (SMILLI *et al.*, 2014)

Nesse sentido, torna-se importante a busca da expansão da cultura do sorgo para a produção de silagem a fim de permitir desenvolvimento de híbridos com o objetivo de aliar produtividade e qualidade nutricional, fatores indispensáveis para atingir resultados satisfatórios na produção animal.

Diante do exposto o objetivou-se foi comparar as características agronômicas, composição química e degradabilidade *in situ* da matéria seca e fibra insolúvel em detergente neutro de genótipos de sorgo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### *Local e dados climáticos*

O experimento foi conduzido nas dependências do CNPMS (Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo), localizada no km 45 da rodovia MG 424, em Sete Lagoas, MG, Brasil. As coordenadas geográficas são 19° 28' latitude Sul e longitude 44° 15' 08". O clima da região, segundo Koopen, é do tipo Aw (clima de savana com inverno seco). O acumulado de chuvas durante o período experimental foi de 829 mm com temperatura média de 23,64°C (INMET, 2018).

### *Plantio e genótipos testados*

Foram utilizados para comparação os genótipos 12F02006, 12F03033, 13F26006, BRS655 e VOLUMAX. O plantio foi realizado no dia 20 de novembro de 2016, dispostos em canteiros de 5m de comprimento e 3m de largura, respeitando espaçamento de 75 cm entre linhas. Realizou-se adubação no plantio e em cobertura de acordo a análise de solo e exigências da cultura. Foram utilizados 350 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 8-28-16 (N:P:K) + Zinco

(0,5kg ha<sup>-1</sup>) no plantio e 150 kg ha<sup>-1</sup> de ureia em cobertura, 35 dias após o plantio. A colheita foi realizada no dia 5 de março de 2017, totalizando período experimental de 106 dias.

#### *Características agronômicas*

As duas linhas centrais de cada parcela foram utilizadas para determinar a idade de floração: dias para a flor do sorgo emergir após o plantio; altura da planta: do nível do solo até a extremidade superior da planta, em 20% das plantas em cada parcela; produção de matéria verde: a partir da pesagem de todas as plantas da área útil da parcela, determinada após o corte a 15 cm do solo; produção de matéria seca: calculada a partir da produção de matéria verde e teor de matéria seca definitiva de cada genótipo e o número de plantas por hectare foi obtido a partir do número de plantas na área útil da parcela.

#### *Composição química*

Foram utilizadas as duas fileiras intermediárias onde 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 por 72 horas. Após a secagem das amostras, o material foi retirado da estufa e deixado à temperatura ambiente para estabilização do peso e então se determinou a porcentagem de matéria pré-seca. As amostras pré-secas foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1 e 5 milímetros, 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. Foram feitas análises de matéria seca (MS), proteína bruta

(PB), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, hemicelulose e celulose de acordo metodologia descrita por Detman *et al.* (2012). Para estimativa dos carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF), foi utilizada a equação proposta por Sniffen *et al.* (1992), em que  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$  e  $CNF = 100\% - (\%PB + \%FDN + \%EE + \%MM)$ . O NDT foi estimado por meio da fórmula  $NDT = 40,2625 + 0,19698\%PB + 0,4028\%CNF + 1,903\%EE - 0,1379\%FDA$  (WEISS, 1998).

#### *Degradabilidade in situ*

Para o ensaio de degradabilidade *in situ* foram utilizados seis novilhos mestiços, Holandês x Nelore, com  $400 \pm 50$  kg de peso corporal, devidamente identificados e canulados no rúmen, mantidos em sistema intensivo de criação com cochos e bebedouros. Os animais foram adaptados à dieta durante 14 dias, por meio da qual receberam como volumoso, silagem de sorgo e casca de banana pré-seca e concentrado a base de milho e farelo de soja, que forneceu condições necessárias ao funcionamento normal do rúmen. As amostras foram acondicionadas em sacos de TNT (Tecido não tecido), conforme recomendação de Casali *et al.* (2008), de tamanho 15 x 7,5 cm, com malhas de 52 micras, na quantidade de 2,0g de MS por saco, a fim de manter uma relação próxima de 20 mg de MS  $cm^2$  de área superficial do saco (NOCEK, 1988). Os sacos de TNT contendo as amostras foram fechados em máquina seladora e alojados em sacola de filó acoplada um fio de náilon de 80 cm de comprimento presa à tampa da cânula por uma das extremidades, o que permitiu que a sacola de filó com as amostras se alojassem na porção ventral do rúmen. Os períodos de incubação corresponderam aos tempos de 0; 3; 6; 9; 12; 24; 48; 72; 96; 120 e 144 horas, e os sacos de TNT foram incubados na ordem inversa dos tempos, para serem retirados todos ao mesmo tempo, ao final do período, e desta



forma, promover lavagem uniforme do material por ocasião da retirada do rúmen.

Após o período de incubação total de 144 horas, os sacos de TNT foram lavados manualmente em água gelada e corrente até que esta se apresentasse limpa, para proceder, então, à secagem em estufa de ventilação forçada à 55°C, por 72 horas. Os dados de degradabilidade *in situ* da MS e da FDN foram obtidos pela relação da diferença de peso encontrada para cada componente, entre as pesagens efetuadas antes e após a incubação ruminal, e expressos em porcentagem.

Os dados obtidos nos tempos de incubação para MS foram ajustados para regressão não-linear pelo método de Gauss-Newton, conforme a equação proposta por Ørskov e McDonald (1979):  $Y = a + b(1 - e^{-ct})$ , em que: Y = degradação acumulada do componente nutritivo analisado, após o tempo t; a = intercepto de curva de degradação quando t = 0, que corresponde à fração solúvel em água do componente nutritivo analisado; b = potencial da degradação da fração insolúvel em água do componente nutritivo analisado; a+b = degradação potencial do componente nutritivo analisado quando o tempo não é fator limitante; c = taxa de degradação por ação fermentativa de b; t = tempo de incubação. Depois de calculados, os coeficientes a, b e c foram aplicados à equação proposta por Ørskov e McDonald (1979):  $DE = a + (b \cdot c / c + k)$ , em que: DE = degradação ruminal efetiva do componente nutritivo analisado; k = taxa de passagem do alimento neutro (FDN), conforme a metodologia de Van Soest *et al.* (1991).

A degradabilidade da FDN foi estimada utilizando-se o modelo de Mertens e Loften (1980):  $R_t = B \times e^{-ct} + I$ , em que  $R_t$  = fração degradada no tempo t; B = fração insolúvel potencialmente degradável e I = fração indigestível. Após os ajustes da equação de degradação da FDN, procedeu-se à padronização de frações, conforme proposto por Waldo *et al.* (1972), utilizando-se as equações:  $B_p = B / (B + I) \times 100$ ;  $I_p = I / (B + I) \times 100$ , em que:  $B_p$  = fração potencialmente degradável padronizada (%);  $I_p$  = fração indigestível padronizada (%); B = fração insolúvel potencialmente degradável

e I = fração indigestível. No cálculo da degradabilidade efetiva da FDN, utilizou-se o modelo:  $DE = B_p \times c/(c+k)$ , em que  $B_p$  é a fração potencialmente degradável (%) padronizada.

#### *Análise estatística*

Para as características agrônômicas e composição química o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo 5 genótipos (tratamentos) e 4 repetições (blocos), totalizando 20 unidades experimentais. O ensaio de degradabilidade *in situ* foi realizado em delineamento em blocos em esquema de parcelas subdividas no tempo, sendo os genótipos as parcelas e os 11 tempos de incubação as subparcelas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do programa SISVAR (FERREIRA, 2014) e quando a mesma apresentou significância para o teste de “F” as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### *Características agronômicas*

Houve diferença significativa entre os genótipos para altura, inflorescência, produção de matéria verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS) ( $P < 0,05$ ). (Tabela 1). Em relação à altura os genótipos 12F02006 e 12F03033 foram superiores aos demais com média de 3,71 m, o que representa em superioridade 26,68% em relação ao VOLUMAX e 13F26006 e 34,50% ao BRS655. A altura de planta está altamente relacionada com a sua produtividade, uma vez que um maior porte proporciona maior rendimento de massa. Em contrapartida, genótipos que apresentem altura excessiva podem sofrer acamamento, podendo assim ocorrer também prejuízos a cultura nessas circunstâncias. Avaliando características agronômicas e nutricionais de híbridos de sorgo em diferentes regiões Lima *et al.* (2017) observaram na cidade de Sete Lagoas variação de altura de 2,18 a 2,88 m. Cunha e Lima (2010), trabalhando com vinte e nove genótipos de sorgo forrageiro, reportaram altura média da planta de 3,20 m.

Os genótipos não apresentaram diferenças quanto o número de plantas por hectare e pode-se verificar média de 91.850 plantas  $ha^{-1}$  ( $P > 0,05$ ). Essa densidade é considerada ideal para o sorgo forrageiro, pois está entre 90 e 110 mil plantas por hectare (MANTOVANI e RIBAS, 2015). Botelho *et al.* (2010), avaliando genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem, observaram média de 160,5 mil plantas por  $ha^{-1}$ .

**TABELA 1.** Características agrônômicas de diferentes genótipos de sorgo.

	GENÓTIPOS					EPM <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>
	12F02006	12F03033	13F26006	BRS655	VOLUMAX		
Altura (m)	3,78 a	3,63 a	2,68 b	2,43 c	2,76 b	0,051	<0,01
Nº (plantas ha <sup>-1</sup> )	93.750	96.750	87.000	90.500	91.250	5116,8	0,73
Inflorescência (dias)	92 b	94 b	85 c	79 d	99 a	1,05	<0,01
PMV (t ha <sup>-1</sup> )	68,79 a	54,02 ab	43,91 bc	36,97 c	36,22 c	3,50	<0,01
PMS (t ha <sup>-1</sup> )	20,70 a	16,58 b	12,40 c	10,93 c	9,41 c	0,855	<0,01

Médias seguidas por letra diferente diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup>Erro padrão da média; <sup>2</sup>Valor da probabilidade.

Altura em metros; Nº= Número de plantas por hectare; Inflorescência = Contagem de dias do plantio a iniciação floral do sorgo; PMV= Produção de matéria verde por hectare; PMS= Produção de matéria seca por hectare.

Quanto aos dias para atingir a inflorescência o genótipo VOLUMAX apresentou-se superior aos demais com média de 99 dias. O híbrido BRS655 atingiu a fase de floração mais precocemente, aos 79 dias, sendo assim 7,06% menor em relação ao 13F26006, 15,05% aos genótipos 12F02006 e 12F03033 e 20,20% ao VOLUMAX. Normalmente, quando o sorgo atinge essa fase há diminuição no seu crescimento, pois cessa com seu desenvolvimento vegetativo, passando ser prioridade o desenvolvimento da panícula para fins de sua reprodução. Genótipos que apresentam a fase vegetativa por mais tempo tendem ter maior incremento em sua produtividade, além deste fator a altura, o diâmetro de colmo, a seleção e o melhoramento do genótipo também podem interferir com a produtividade. Lima *et al.* (2017), avaliando a composição química e características agrônômicas de genótipos de sorgo em diferentes regiões, observaram para os genótipos VOLUMAX e BRS655 médias de 90 e 74 dias, respectivamente.

O genótipo 12F02006 apresentou-se semelhante ao 12F03033 e superior aos 13F26006, BRS655 e VOLUMAX com uma produção de massa verde de 68,79 t ha<sup>-1</sup> (P<0,05). Percebe-se que houve alta relação entre a

altura das plantas e sua PMV, em que o genótipo 12F02006 se destacou nas duas variáveis. O genótipo VOLUMAX apesar de ter apresentado maior tempo ao início do florescimento apresentou-se inferior quanto à produtividade, uma vez que a altura da planta não favoreceu. Cunha e Lima (2010), trabalhando com vinte e nove genótipos de sorgo forrageiro, relataram produção média de matéria verde de 46,77 t ha<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>, respectivamente, valores semelhantes ao deste estudo. Lima *et al.* (2017) observaram para os genótipos VOLUMAX e BRS655 médias de 34,43 e 43,14 t ha<sup>-1</sup>.

Em relação a PMS o genótipo 12F02006 foi superior aos demais com média de 20,70 t ha<sup>-1</sup> (P<0,05). Os genótipos 13F2006, BRS655 e VOLUMAX foram os que apresentaram menores produtividades de matéria seca, com inferioridade de 49,22% em relação ao 12F02006 e 36,61% ao 12F03033. O genótipo 12F03033 foi inferior em 19,09% em relação ao 12F02006. A maior produção de matéria seca se deve a junção de duas variáveis que são a PMV e o teor de MS, pois se utiliza dessas para sua obtenção. Os genótipos 12F02006 e 12F03033 se destacaram pois apresentaram alta produtividade e maior teor de MS (Tabela 2).

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<sup>-1</sup>, variação próxima a encontrada nesse estudo. Lima *et al.* (2017) avaliando diferentes híbridos de sorgo em diferentes regiões observaram média para o VOLUMAX e BRS655 de 13,16 e 17,76 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

#### *Composição química*

Houve diferença significativa para os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO) (P<0,05) (Tabela 2). Os

genótipos 12F03033 e 13F26006 foram superiores em 15,51% ao VOLUMAX quanto ao teor de MS. São vários os fatores que podem influenciar o teor de matéria seca, sendo a idade de corte um fator importante. Além disso, entre as frações da planta o colmo é o que menos contribui para o aumento do teor de MS, seguido das folhas e panículas. O genótipo VOLUMAX obteve a inflorescência mais tardia a poucos dias da colheita, sendo assim a participação de panícula foi menor e acarretou em um menor teor de MS no momento do corte.

**TABELA 2.** Características nutricionais de genótipos de sorgo<sup>1</sup>.

	GENÓTIPOS					EPM <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	12F02006	12F03033	13F26006	BRS655	VOLUMAX		
MS	30,04 ab	30,73 a	31,00 a	29,57ab	26,09 b	0,888	0,013
PB	6,48	7,32	7,10	6,07	7,61	0,512	0,258
MM	4,45 c	4,24 c	4,67 c	8,53 a	6,74 b	0,356	<0,01
MO	95,56 a	95,76 a	95,33 a	91,48 c	93,26 b	0,356	<0,01
EE	1,91	1,99	1,68	1,66	1,77	0,089	0,093
NDT	58,39	58,86	56,79	58,07	58,68	0,595	0,18
CT	87,17 a	86,46 ab	86,55 ab	83,75 b	83,88 ab	0,754	0,017
CNF	19,61	20,11	17,49	21,26	19,55	1,378	0,453
FDNcp	69,06 a	67,58 ab	66,35 ab	62,49 b	64,33 ab	1,180	0,014
FDA	38,56 ab	38,26 ab	35,42 b	35,55 b	41,18 a	1,223	0,031
LIG	8,02 a	7,62 a	7,34 a	4,77 b	3,16 b	0,51	<0,01
HCEL	29,00 ab	28,09 ab	33,64 a	26,93 ab	23,15 b	1,93	<0,01
CEL	27,41 b	30,91 ab	30,93 ab	32,39 ab	36,40 a	1,266	0,004

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. (P<0,05).

<sup>1</sup>Valores expressos em porcentagem, <sup>2</sup>Erro padrão da média, <sup>3</sup>Valor da probabilidade.

MS= Matéria seca; PB= Proteína bruta; MM= Matéria mineral; MO= Matéria orgânica; EE= Extrato etéreo; NDT= Nutrientes digestíveis totais; CT= Carboidratos totais; CNF= Carboidratos não fibrosos; FDNcp= Fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA= Fibra insolúvel em detergente ácido; LIG= Lignina; HCEL= Hemicelulose; CEL= Celulose.

A faixa ideal recomendada para colheita do sorgo na produção de silagem vai de 30 a 35% de MS para que ocorra adequada fermentação

lática, estando os genótipos 12F02006, 12F03033 e 13F26006 adequados para o processo de ensilagem no momento da avaliação.

Não houve diferença para o teor de PB dos diferentes genótipos ( $P>0,05$ ), apresentando média de 6,92%. A média apresentada pelos genótipos aqui estudados não atingiram o mínimo estabelecido que é de 7% de PB na matéria seca. Em dietas para ruminantes com teores de proteína abaixo de 7% podem causar limitação na atividade dos microrganismos do rúmen, comprometendo a utilização dos substratos energéticos fibrosos potencialmente digestíveis.

Estudando 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. Já Moraes *et al.* (2013), avaliando diferentes híbridos de sorgo, encontraram variação de 8,27 a 9,84% de PB, valores superiores aos encontrados nesse estudo. Essas variações em torno do teor de PB se dá pelas diferenças entre os genótipos principalmente em relação à proporção de colmo, folhas e panícula nas plantas, em que as folhas e panículas dão maior incremento a esta variável.

Em relação ao teor de MM o genótipo BRS655 foi superior aos demais ( $P<0,05$ ) apresentando média de 8,53%. Os genótipos 12F02006, 12F03033 e 13F26006 foram inferiores com média de 4,45%. Albuquerque *et al.* (2013) avaliando a produção e composição química de híbridos de sorgo relataram média de 4,87%.

Os genótipos 12F02006, 12F03033 e 13F26006 foram superiores quanto ao teor de MO, com média de 95,55% ( $P<0,05$ ). O teor de MO é inversamente proporcional ao teor de MM, justificando assim essa variação. Avaliando a composição química de híbridos de sorgo Albuquerque *et al.* (2013) relataram teor médio de 94,93%.

Os diferentes genótipos foram semelhantes quanto ao teor de EE com média de 1,80% ( $P>0,05$ ) (Tabela 2). Normalmente forragens com maior teor de EE tendem a ter maior incremento em NDT, tendo em vista

que essa variável contribui 2,25 vezes mais com energia que os demais, porém não devem exceder de 6 a 7% da MS, pois pode prejudicar a fermentação ruminal, taxa de passagem e digestibilidade da fibra.

Não foi constatada variação para o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) ( $P>0,05$ ), apresentando média de 58,16%. Chiesa *et al.* (2008), avaliando aspectos agronômicos de híbridos de sorgo no desempenho e economicidade de novilhos confinados, observaram para os genótipos AG 2005E, AG 60298 e BR 101 médias de 68,82; 58,64 e 62,62%, respectivamente.

Houve variação para os teores de carboidratos totais (CT), fibra insolúvel em detergente neutro (FDNcp), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), hemicelulose (HCEL) e celulose (CEL) (Tabela 2) ( $P<0,05$ ). O genótipo 12F02006 foi superior ao BRS655 quanto ao teor de CT, com média de 87,17%. Essa diferença se explica pela superioridade em relação ao teor de FDNcp, já que os CT consideram tanto os carboidratos da parede celular, quanto os não fibrosos. Moraes *et al.* (2013), avaliando a composição química de híbridos de sorgo, observaram média de 79,84%.

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram semelhantes ( $P>0,05$ ), com média de 19,33%. Moraes *et al.* (2013) observaram variação de 15,55 a 29,09% ao avaliarem híbridos de sorgo para silagem. Os carboidratos não fibrosos desempenham papel importante, pois aumentam o conteúdo energético dos alimentos e os carboidratos solúveis servem como substrato para a fermentação láctica, mantendo a conservação da silagem.

O genótipo 12F02006 apresentou superioridade de 9,55% em comparação ao BRS655 quanto ao teor de FDNcp ( $P<0,05$ ). Segundo Van Soest (1994) o conteúdo de FDN deve estar entre 50 a 60% da matéria seca, pois valores acima dessa faixa podem prejudicar o consumo de matéria seca pelo animal, uma vez que dificulta a degradação pelos microrganismos ruminais. O teor de FDN encontrado nesse estudo está intimamente ligado à altura das plantas, uma vez que com maior desenvolvimento a planta necessita de maior tecido de sustentação aumentando assim os carboidratos



da parede celular. Lima *et al.* (2017) avaliando 24 genótipos de sorgo observaram média de 54,54% de FDN inferior ao deste estudo. Oliveira *et al.* (2010) observaram teores de FDN de 61,8 e 56,9%, respectivamente para sorgo-sudão e sorgo forrageiro. Magalhães *et al.* (2010), avaliando a composição bromatológica de 25 genótipos de sorgo, relataram para o VOLUMAX média de 67,33%.

Para a hemicelulose o genótipo 13F26006 foi superior ao VOLUMAX apresentando média de 33,64%. É importante verificar a relação hemicelulose:celulose da fração fibrosa de uma planta, pois quanto maior essa relação melhor será a digestibilidade da fibra, uma vez que a hemicelulose é mais digerível em relação a celulose (WALDO *et al.* 1972). Valor inferior aos deste estudo foram relatados por Moura *et al.* (2017) que avaliando as silagens de 5 híbridos de sorgo observaram média de 26,42% de hemicelulose.

Os genótipos 13F26006 e BRS655 foram inferiores quanto ao teor de FDA em relação ao VOLUMAX, com média de 35,49% ( $P < 0,05$ ). O FDA está relacionado à quantidade de fibra menos digerível, pois representa a celulose e lignina, conseqüentemente quanto menor o teor, melhor a qualidade da silagem produzida e maior o consumo de MS pelo animal. Avaliando a qualidade nutricional de híbridos de sorgo, Costa *et al.* (2016) observaram variação de 24,06 a 47,20% de FDA, valores substancialmente semelhantes ao deste estudo. Oliveira *et al.* (2010) observaram teores de 46,2 e 41,1%, respectivamente para sorgo-sudão e sorgo forrageiro.

O genótipo 12F02006 foi inferior em relação ao VOLUMAX quanto ao teor de celulose ( $P < 0,05$ ), com valores de 27,41 e 36,40%, respectivamente. A celulose é um polímero complexo de glicose que são unidas por meio de ligação  $\beta$  1 $\rightarrow$ 4, o que prejudica a ação dos microrganismos do rúmen, diminuindo a eficiência na utilização deste carboidrato pelo animal (KOZLOSKI, 2011). Veriato *et al.* (2018), avaliando a composição química das silagens de genótipos de sorgo,

relataram média de 18,47%. Estudando a composição química de diferentes forrageiras, Oliveira *et al.* (2010) relataram média de 35,8% para o sorgo.

Quanto ao teor de lignina os genótipos VOLUMAX e BRS 655 apresentaram inferioridade de 48,17% em relação aos genótipos 12F02006, 12F03033 e 13F26006. O teor de lignina está relacionado ao ciclo da planta, pois quanto mais avançado o estágio de maturação maior a redução na relação folha:caule e aumento na percentagem de material senescente na planta, que apresentam baixa digestibilidade. O genótipo VOLUMAX emitiu sua inflorescência depois que os demais, ou seja, estava em estágio de maturação menos avançado, justificando seu menor teor de lignina. Outro fator importante é a altura das plantas, uma vez que plantas mais altas aumentam seu teor de carboidratos estruturais e lignina no tecido de sustentação, fato esse que pode explicar a inferioridade do BRS655, que apresentou-se de menor altura. Lima *et al.* (2017), avaliando a composição química de híbridos de sorgo, relataram variação de 2,14 a 8,18%, valores substancialmente semelhantes ao deste estudo.

#### *Degradabilidade “in situ” da MS*

Houve variação entre os genótipos para a fração solúvel A, potencialmente degradável B e a taxa de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável C ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3). O genótipo VOLUMAX foi inferior 18,58% aos demais em relação a fração solúvel A, apresentando média de 20,64%. Cavalcante *et al.* (2012) estudando a degradabilidade *in situ* da matéria seca de três forrageiras tropicais observaram para o genótipo VOLUMAX média de 10,07% de fração solúvel A. Cardoso *et al.* (2012), avaliando a degradabilidade *in situ* de híbridos de sorgo, observaram para os genótipos CMSXS 114, CMSXS 165 e BR700 valores de 20,82; 26,72 e 15,18%, respectivamente.

**TABELA 3.** Fração solúvel (A), fração insolúvel potencialmente digestível (B), taxa de degradação (C), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva da matéria seca de genótipos de sorgo

	GENÓTIPOS					EPM <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>
	12F02006	12F03033	13F26006	BRS655	VOLUMAX		
A (%)	24,86 a	25,03 a	23,51 a	24,50 a	20,64 b	0,85	0,009
B (%)	43,93 b	45,18 b	44,60 b	48,85 a	49,47 a	1,49	0,045
C (% h <sup>-1</sup> )	1,1 b	0,8 b	1,2 b	1,0 b	2,0 a	0,001	0,014
FI (%)	31,20	29,79	31,88	26,64	29,89	1,63	0,233
DP (%)	68,79	70,21	68,12	73,36	70,11	1,63	0,233
DE 2% h <sup>-1</sup> (%)	40,80	39,00	40,50	42,74	41,38	1,61	0,594
DE 5% h <sup>-1</sup> (%)	33,08	32,27	32,44	33,91	32,07	1,02	0,71
DE 8% h <sup>-1</sup> (%)	30,40	29,91	29,59	30,84	28,57	0,863	0,424

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Erro padrão da média, <sup>2</sup>Valor de probabilidade.

Em relação à fração B os genótipos BRS655 e VOLUMAX foram superiores 9,34% aos demais, com média de 49,16% (P<0,05). A fração “b” representa a degradação dos carboidratos estruturais presentes na parede celular e que apresenta lenta degradação pela microbiota ruminal. A lenta degradação se deve principalmente ao arranjo estrutural dos carboidratos como a celulose e a hemicelulose com a lignina, uma vez que isso impede que essa fração seja rapidamente degradada. Os genótipos VOLUMAX e BRS655 obtiveram menores teores de lignina, o que contribuiu com uma maior degradação de celulose e hemicelulose aumentando assim a sua fração potencialmente degradável B. Costa *et al.* (2016), avaliando a degradabilidade *in situ* da matéria seca de silagens de sorgo, encontraram variação 43,43 a 58,83%. Silva (2013) avaliando a degradabilidade de diferentes híbridos de sorgo encontrou variação para a fração B de 42 a 78,8%. Valor inferior foi relatado por Cavalcante *et al.* (2012) que observaram para o genótipo VOLUMAX média de 41,23%.

O genótipo VOLUMAX mostrou-se superior aos demais em relação a taxa de degradação (C) com média de 2% h<sup>-1</sup>. Valores superiores ao deste estudo foram relatados por Cardoso *et al.* (2012), estudando a degradabilidade de 3 híbridos de sorgo, observaram variação de 5,25 a 7,75% h<sup>-1</sup>. Segundo Costa *et al.* (2016), a fração A indica um material mais degradável, enquanto um valor mais alto de C reflete um tempo menor para o desaparecimento da fração prontamente degradável.

Os genótipos foram semelhantes quanto à fração indigestível (FI) e degradabilidade potencial (DP) (P>0,05), apresentando médias de 29,88 e 70,12%, respectivamente.

Avaliando a degradabilidade *in situ* de genótipos de sorgo, Cardoso *et al.* (2012) relataram variação para a FI de 27,37 a 35,74% e DP de 64,26 a 72,62%. Costa *et al.* (2016) avaliando diferentes genótipos de sorgo observaram para a FI variação de 25,57 a 35,74% e para a DP valores de 64,2 a 72,62%, valores próximos ao desse estudo.

Não houve variação para a degradabilidade efetiva a 2%; 5% e 8% h<sup>-1</sup> para os diferentes genótipos de sorgo, com médias de 40,88; 32,76 e 29,83%, respectivamente. Cavalcante *et al.* (2012), avaliando a degradabilidade ruminal de diferentes forrageiras, relataram para o genótipo VOLUMAX médias de 29,82; 21,16 e 17,78% nas degradabilidades efetivas de 2%; 5% e 8% h<sup>-1</sup>, respectivamente.

#### *Degradabilidade “in situ” da FDN*

Houve diferença entre os genótipos para a fração potencialmente degradável (Bp), taxa de degradação da fração B (C), fração indigestível (Ip) e degradabilidade efetiva (P<0,05). (Tabela 4).

**TABELA 4.** Fração insolúvel potencialmente degradável padronizada (Bp), taxa de degradação (C), fração indigestível padronizada (Ip) e degradabilidade efetiva (DE) da fibra insolúvel em detergente neutro de genótipos de sorgo.

	GENÓTIPOS					EPM <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>
	12F02006	12F03033	13F26006	BRS655	VOLUMAX		
Bp (%)	57,20 b	63,63 b	62,19 b	73,97 a	56,66 b	1,943	<0,01
C (% h <sup>-1</sup> )	1,1 c	1,4 bc	1,5 bc	1,7 ab	2,0 a	0,001	<0,01
Ip (%)	42,80 a	36,37 a	37,80 a	26,03 b	43,34 a	1,943	<0,01
DE 2% h <sup>-1</sup> (%)	20,62 c	26,60 b	26,39 b	33,77 a	27,92 b	1,269	<0,01
DE 5% h <sup>-1</sup> (%)	10,66 c	14,22 b	14,27 b	18,64 a	16,01 b	0,849	<0,01
DE 8% h <sup>-1</sup> (%)	7,13 c	9,71 bc	9,79 b	12,88 a	11,23 ab	0,627	<0,01

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup>Erro padrão da média; <sup>2</sup>Valor de probabilidade.

A maior porcentagem de fração insolúvel potencialmente degradável (Bp) foi observada no genótipo BRS655, que apresentou valor de 73,97%, o que representa em média superioridade de 18,99% em relação aos demais. Esse valor pode estar atribuído ao perfil da fibra desse genótipo, uma vez que apresentou menores valores de lignina e FDA, enquanto seu teor de hemicelulose foi semelhante, permitindo assim maior degradabilidade dessa fração. Valores consubstancialmente semelhantes ao deste estudo foram relatados por Silva (2016) que estudando a degradabilidade da FDN de diferentes híbridos de sorgo, encontrou variação de 35,4 a 85,9%.

Quanto a taxa de degradação da fração B (C), o genótipo VOLUMAX foi semelhante ao BRS655 e superior aos demais, com média de 2% h<sup>-1</sup>. Pires *et al.* (2009) relataram valores superiores, com variação de 1,63 a 6,89% h<sup>-1</sup> para a taxa de degradação de silagens de sorgo. A taxa de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável está diretamente ligada a lignina e seu grau de interação com os outros constituintes da parede celular da planta e, além disso, a proporção dos componentes estruturais pode influenciar sobre essa variável, em que um maior grau de lignificação

aliado a um maior teor de celulose tornam a degradação por parte dos microrganismos mais difícil e conseqüentemente mais lenta.

O genótipo BRS655 apresentou 35% menor valor de fração indigestível que os demais. Costa *et al.* (2016), avaliando a degradabilidade da fração fibrosa de silagens de sorgo, observaram médias de 58,95 e 41,05% para a degradabilidade potencial e fração indigestível, respectivamente.

Em relação à degradabilidade efetiva a 2% h<sup>-1</sup>, o genótipo BRS655 foi superior 20,13% aos genótipos 12F03033, 13F26006 e VOLUMAX e 38,93% ao 12F02006. A mesma superioridade pode ser observada na degradabilidade a 5% h<sup>-1</sup>, em que o genótipo BRS655 foi superior 20,43% em relação aos 12F03033, 13F26006 e VOLUMAX e 42,81% ao 12F02006. Na degradabilidade efetiva a 8% h<sup>-1</sup> o genótipo BRS655 foi semelhante ao VOLUMAX e superior aos demais. O menor teor de FDA e lignina proporcionaram uma melhor degradabilidade efetiva da FDN ao genótipo BRS655, uma vez que essas variáveis são correlacionadas negativamente com o aproveitamento desta variável pelos microrganismos ruminais. Valores superiores foram relatados por Costa *et al.* (2016) observaram variação de 19,18 a 56,79% na DE a 2% h<sup>-1</sup>. Valores semelhantes foram relatados por Pires *et al.* (2009) observaram médias de 29,34; 20,01 e 15,87% a 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup>, respectivamente.

O genótipo BRS655 apesar de obter melhor degradabilidade da fibra apresentou menor produtividade, o que prejudicou seu desempenho. Comparando os genótipos de maior produção quanto a degradabilidade efetiva da FDN o híbrido 12F03033 apresentou-se superior 22,48 e 25,03% em 2 e 5% h<sup>-1</sup> e na degradabilidade a 8% h<sup>-1</sup> os dois genótipos foram semelhantes (P>0,05). O genótipo 12F03033 considerando a produtividade de matéria seca, teor de FDN e degradabilidade efetiva a 2 e 5% h<sup>-1</sup>, apresentou uma maior fibra degradável por área produzida e na degradabilidade a 8% h<sup>-1</sup> o genótipo 12F02006 foi superior, considerando-se que estes dois genótipos apresentaram semelhanças na degradabilidade

efetiva da fibra a  $8\% \text{ h}^{-1}$ . É importante destacar que o conhecimento da velocidade da taxa de passagem pode indicar a melhor modalidade de uso para uma forrageira na dieta animal. Uma degradabilidade a  $8\% \text{ h}^{-1}$  em uma silagem faz com que seja recomendada a animais de alta produção por permitir maior consumo pelo animal, tendo em vista que essa categoria necessita de taxa de passagem maior, na de  $5\% \text{ h}^{-1}$ , por ser uma taxa de passagem intermediária, uma silagem com maior degradabilidade nessa velocidade pode ser indicada animais em crescimento e na de  $2\% \text{ h}^{-1}$  a animais em manutenção, uma vez que a fibra é degradável lentamente no rúmen.

#### **4. CONCLUSÃO**

Considerando qualidade nutricional e produção, os genótipos 12F03033 e 12F02006 se destacaram, pois foram os que melhor aliaram essas duas características, sendo os mais indicados ao processo de ensilagem.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. J. B. *et al.* 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.

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

CARDOSO, R. M.; *et al.* Avaliação de híbridos de sorgo para silagem por meio da degradabilidade *in situ*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 1, p. 106-114, 2012.

COSTA, R. F. *et al.* *In situ* degradability of dry matter and fibrous fraction of sorghum silage. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 171-176, 2016.

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**. v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.

CAVALCANTE, D.R.; PERIN, F.B.; BENEDETTI, E. *In situ* dry matter degradability of three tropical forages of Green chopped and ensiled forms. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 64, n. 1, p. 163-168, 2012 .

CHIESA, E. D. *et al.* Aspectos agronômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados. **Revista Acta scientiarum. Animal Sciences**, 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**, v.39, n.4, p.701-706, 2010.

DETMANN, E. *et al.* (Eds.). **Métodos para análise de alimentos**, 2012.

GORDIN, C. L. **Degradabilidade ruminal e digestibilidade in vitro da matéria seca de gramíneas de *Cynodon* spp em quatro idades de rebrota**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados. 80f. 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

GUIMARÃES JÚNIOR, R. *et al.* Degradabilidade *in situ* de silagens de milho em ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n.2, p.334-343, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET- **Dados meteorológicos**, disponível em <<http://www.inmet.gov.br/>> acesso dia 20 de Outubro de 2018.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Editora Universidade Federal de Santa Maria. Vol.1, 3ed. 2011.

LIMA, L.O.B. *et al.* Agronomic traits and nutritional value of forage sorghum genotypes. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. v. 39, n. 1, p. 7-12, 2017.

MAGALHÃES, R. T. *et al.* Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 3, p. 747-751, 2010.

MANTOVANI, E. C. RIBAS, P. M. **Plantio: cultivo do sorgo**. 9.ed. Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

MERTENS, D. R. E.; LOFTEN, J. R. The effects of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 1, p. 1437-1446, 1980.

MORAES, S. D. de. *et al.* Production and chemical composition of hybrid sorghum and corn for silage. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 4, p. 624-634, 2013.

MOURA, M.M.A. *et al.* Nutritional value of sorghum silages. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 39, n. 2, p. 137-142, 2017.

OLIVEIRA, L.B. *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.

ØRSKOV, E. R.; McDONALD, J. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements of feed in weighted according to rate of passage. **Journal Agriculture Science**, Cambridge, v. 92, n. 2, p. 499-503, 1979.

PIRES, D. A. de A. *et al.* Degradabilidade *in situ* das frações fibrosas da silagem de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 2, p. 175-185, 2009.

SILVA, A.L. **Caracterização agronômica, composição química e degradabilidade *in situ* entre híbridos de sorgo duplo propósito.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade federal do Piauí, Bom Jesus, PI. 70p. 2016.

SILVA, T. C. *et al.* Agronomic divergence of sorghum hybrids for silage yield in these miarid region of Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1886-1893, 2011.

SMILLI, F. F. *et al.* A degradabilidade *in situ* do híbrido de sorgo e do capim-tanzânia em vacas suplementadas no outono. **B. Industr. Anim.**, v.71, n.2, p.127-134, 2014.

SNIFFEN, C.J.; PEREZ, V. D.; A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**. v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476p.

VERIATO, F.T *et al.* Fermentation characteristics and nutritive values of sorghum silages. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** v. 40, 2018.

WALDO, D.R.; SMITH, L.W.; COX, E.L. Model f cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.55, p.125-129, 1972.

WEISS, W.P. **Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle.** In: Symposium: energy availability.81:830-839 1998.