



## Artigo original

### Avaliação agronômica e bromatológica de diferentes genótipos de sorgo

#### *Agronomic and bromatological evaluation of different sorghum genotypes*

Marielly Maria Almeida Moura<sup>1</sup> , Lívia Rodrigues Mendes<sup>1</sup> , Daniel Ananias de Assis Pires<sup>1</sup> , Renê Ferreira Costa<sup>1</sup> , Otaviano de Souza Pires Neto<sup>1</sup> , Leandra Cristina Soares Santos<sup>2</sup> , Irisléia Pereira Soares de Sousa<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Centro Universitário FUNORTE, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Montes Claros, Minas Gerais, Brasil.

### Resumo

**Objetivo:** avaliar as respostas de híbridos de sorgo, através de suas características agronômicas, nutricionais e digestibilidade *in situ* da matéria seca. **Materiais e Métodos:** o experimento ocorreu em Janaúba, MG, utilizando 13 variedades de sorgo forrageiro, incluindo o BRS 655, Volumax e 11 híbridos resultantes de cruzamentos entre três machos e três fêmeas. No experimento de campo, adotou-se um delineamento de blocos casualizados (DBC) com 13 genótipos e 3 repetições, totalizando 39 unidades experimentais. Foram analisadas características agronômicas, composição bromatológica e digestibilidade *in situ*. Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando o SISVAR e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott em nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). **Resultados:** os genótipos VOLUMAX, 13F24019, 13F04006 e 13F24006 apresentaram um período de florescimento mais prolongado. Quanto à produção de matéria verde e seca, os genótipos 13F04006 e 13F24006 destacaram-se com valores superiores. Não foram observadas diferenças significativas nos teores de lignina e DIVMS entre os genótipos. **Conclusão:** os genótipos mais indicados para a produção animal são 13F04006 e 13F2406, devido à sua maior produtividade, teor proteico elevado, menor teor de lignina e maior digestibilidade.

**Palavras-chave:** Digestibilidade. Sorgo. Proteína bruta. FDA.

### Abstract

**Objective:** to evaluate the responses of sorghum hybrids through their agronomic and nutritional characteristics and *in situ* dry matter digestibility. **Materials and Methods:** the experiment took place in Janaúba, MG, using 13 varieties of forage sorghum, including BRS 655, Volumax and 11 hybrids resulting from crosses between three males and three females. In the field experiment, a randomized block design (RBL) was adopted with 13 genotypes and 3 replications, totaling 39 experimental units. Agronomic characteristics, bromatological composition and *in situ* digestibility were analyzed. The data was subjected to statistical analysis using SISVAR and the means were compared using the Scott-Knott test at a significance level of 5% ( $p < 0.05$ ). **Results:** the results indicated that the VOLUMAX, 13F24019, 13F04006 and 13F24006 genotypes had a longer flowering period. In terms of green and dry matter production, genotypes 13F04006 and 13F24006 stood out with higher values. There were no significant differences in lignin and DIVMS content between the genotypes. **Conclusion:** it can be concluded that the most suitable genotypes for animal production are 13F04006 and 13F2406, due to their higher productivity, high protein content, lower lignin content and greater digestibility.

**Keywords:** Digestibility. Sorghum. Crude protein. FDA.

Autor correspondente: Marielly Maria Almeida Moura | [marielly.moura@funorte.edu.br](mailto:marielly.moura@funorte.edu.br)

Recebido em: 16|11|2023. Aprovado em: 10|04|2024. Avaliado pelo processo de *double blind review*.

Como citar este artigo: Moura MMA, Mendes LR, Pires DAA, Costa RF, Pires Neto OS, Santos LCS, *et al.* Avaliação agronômica e bromatológica de diferentes genótipos de sorgo. Revista Bionorte. 2024 jan-jul;13(1):490-502. <https://doi.org/10.47822/bn.v13i1.930>





## Introdução

No contexto brasileiro, o pasto representa a dieta alimentar mais prevalente na criação de ruminantes. Dessa forma, o cultivo de plantas forrageiras desempenha um papel crucial na pecuária, sendo a principal fonte de alimentação<sup>1</sup>. Para mitigar os impactos da sazonalidade na oferta de alimentos, a conservação de forragens tem-se mostrado uma alternativa essencial para garantir a nutrição e a continuidade dos sistemas de produção animal, especialmente durante períodos de escassez de pastagens<sup>2</sup>.

O semiárido brasileiro caracteriza-se por condições climáticas específicas, marcadas por um período de seca que dura aproximadamente de 6 a 8 meses ao longo do ano<sup>3</sup>. Pensando nisso, a implementação do sorgo na alimentação de ruminantes torna-se uma alternativa viável, já que se apresenta como uma planta que possui bastante energia, alta digestibilidade, produtividade e que se adapta bem em regiões quentes e secas. O sorgo tem demonstrado excelentes características agrônômicas de crescimento e um alto potencial produtivo, tanto nas regiões do Sul e Centro do Brasil quanto nas áreas do semiárido nordestino<sup>4</sup>.

O *Sorghum bicolor* (L.) Moench originário da África e de partes da Ásia, conhecido como sorgo, pertence ao gênero Poaceae, é uma gramínea C4, com alta eficiência fotossintética, o que permite sua alta tolerância à escassez hídrica e crescimento das culturas em temperaturas acima de 21 °C. É uma espécie alimentar que mais se destaca por ser cultivada em ambientes quentes e secos onde muitas variedades de plantas utilizadas na alimentação animal não conseguem se desenvolver com bom volume de massa devido ao estresse hídrico<sup>5-6</sup>.

Depois do milho, o sorgo é a cultura anual mais importante para a produção de silagem, pois permite uma produção economicamente viável com bom valor energético e um teor de proteína chegando a ultrapassar 7%. Além da versatilidade na alimentação, o volumoso à base de sorgo pode ser adicionado à ração ou misturado, como outras forrageiras, agregando uma excelente fonte de renda aos produtores rurais. Sendo assim, destaca-se pela sua rusticidade, pela sua alta produção de biomassa e pela grande tolerância ao déficit hídrico<sup>6</sup>.

Devido à diversidade climática do Brasil, é necessária a condução de pesquisas, para que se identifique a melhor cultivar para se utilizar em cada uma das regiões, já que um só cultivar não possui comportamento equivalente em todas as diferentes regiões. Para evitar a sazonalidade na produção, os produtores devem buscar por espécies forrageiras que ofereçam qualidade nutritiva, resistência às condições de cultivo aliadas à alta produção de biomassa. E o cultivo do sorgo no país contribui para prevenir problemas relacionados aos frequentes períodos de estiagem, fazendo com que os animais fiquem sem alimento suficiente no decorrer do ano<sup>7</sup>.

Objetivou-se com este trabalho avaliar as características agrônômicas e nutricionais de alguns genótipos de sorgo, cultivados na cidade de Janaúba-MG.

## Material e Métodos

Para conduzir este estudo, foram examinados treze genótipos de sorgo, incluindo dois forrageiros comerciais, BRS 655 e Volumax, além de onze híbridos (13F23019, 13F23028, 13F24005, 13F24006, 13F24019, 13F24028, 13F25005, 13F25006, 13 F25019, 13F25028, 13F04006), originados por cruzamentos entre três machos e três fêmeas.

O plantio dos 13 genótipos ocorreu em 20 de novembro de 2020, na cidade de Janaúba-MG. A colheita foi realizada em 5 de março de 2021, após as primeiras chuvas da região. Durante o período entre o plantio e a colheita, conforme dados da EPAMIG de Janaúba-MG, houve um acúmulo de 238,6 mm de água. Os genótipos foram distribuídos em 39 unidades experimentais, compostas por 3 blocos, cada um contendo 13 parcelas. A adubação nitrogenada foi parcelada em duas etapas, um terço no plantio e o restante em cobertura com 30 a 35 dias após emergência, com uma dose de aproximadamente 70g do adubo formulado 20-00-20 por metro. O experimento foi conduzido sob condições de sequeiro, onde a irrigação suplementar foi utilizada apenas para o estabelecimento do *stand* inicial para evitar a perda do experimento. O desbaste foi realizado após 20 dias de emergência, conservando aproximadamente 12 plantas por metro. Os tratos culturais foram realizados regularmente e a colheita ocorreu logo após a maturação dos grãos no estágio leitoso/pastoso.

Cada unidade experimental possuía seis fileiras de 6,0 metros de comprimento, com espaçamento de 0,7 metros entre as linhas. Os genótipos plantados foram submetidos a avaliações abrangendo seus aspectos agronômicos, bromatológicos e digestibilidade *in situ*. As análises foram conduzidas em quatro linhas de cada parcela, removendo-se 1,0 metro das extremidades de cada linha e as duas linhas laterais de cada parcela (bordaduras). As características agronômicas foram avaliadas nas duas fileiras centrais, enquanto a composição bromatológica e a digestibilidade *in situ* foram comprovadas nas duas fileiras envolvidas. As duas fileiras centrais de cada parcela foram utilizadas para determinar a idade de florescimento, medida em dias a partir do plantio até a emissão da inflorescência pela planta de sorgo. A altura das plantas foi medida do nível do solo até a extremidade superior, em 20% das plantas de cada parcela. A produção de matéria verde foi obtida pesando todas as plantas da área útil da parcela, após o corte a 15 cm do solo, enquanto a produção de matéria seca foi calculada a partir da produção de matéria verde e do teor de MS de cada genótipo por ocasião do corte.

Para a avaliação nutricional e digestibilidade da folha e do colmo, foram selecionadas aleatoriamente dez plantas de cada canteiro. Essas amostras foram picadas em uma picadeira estacionária, misturadas para garantir a homogeneidade e colocadas em sacos de papel específicos individualmente. Em seguida, as amostras foram pesadas e secas em uma estufa de ventilação, ventilada a 55°C por 72 horas. Após a secagem, o material foi retirado da estufa e deixado à

temperatura ambiente por 2 horas para estabilização do peso, seguida pela determinação da porcentagem de matéria seca.

As amostras foram encaminhadas ao laboratório de análise de alimentos da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes) campus Janaúba-MG, onde foram separadas e preparadas para análise. Em seguida, o material foi moído em um moinho tipo "Willey" com uma peneira de 1mm de diâmetro e armazenado em recipientes de polietileno para análises subsequentes.

Para determinar a digestibilidade *in situ*, foram utilizadas amostras de sorgo embaladas em sacos de fibra sintética do tipo TNT, com gramatura de 100, respeitando a relação de 20 mg de ms/cm<sup>2</sup> de área superficial do saco<sup>8</sup>. Os sacos de TNT foram amarrados e fixados em uma corda de náilon e introduzidos no rúmen de um bovino adulto com fístula. Foi adotado um período de incubação de 144 horas, com os sacos embalados em duplicata. No final desse período, os sacos foram retirados do rúmen, lavados em água corrente até que se tornassem limpos, e posteriormente secos.

A determinação da matéria seca (MS) foi realizada em estufa a 55°C por 72 horas, seguindo a metodologia descrita por Detmann *et al*<sup>9</sup>. Para a avaliação da digestibilidade *in situ*, os dados foram obtidos pela diferença de peso do material antes e após a incubação ruminal, expressos em porcentagem.

Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando o Sistema de Análises de Variância (SISVAR)<sup>10</sup>. Para a comparação de média, foi empregado o teste de *Scott-Knott* com um nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## Resultados

Ao analisar a produção de matéria verde (PMV) dos genótipos avaliados, nota-se uma diferença estatisticamente significativa entre os materiais ( $p < 0,05$ ), conforme indicado na Tabela 1. Os genótipos 13F04006 e 13F24006 mostram-se semelhantes entre si e superiores aos demais, com médias de 64,08 e 66,85 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Essa mesma tendência é observada na produção de matéria seca (PMS), em que também há variação entre os materiais ( $p < 0,05$ ). Os genótipos 13F04006 e 13F24006 apresentam resultados semelhantes entre si e superiores aos demais, com médias de 19,90 e 21,38 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Além disso, ao avaliar os genótipos, nota-se uma variação significativa entre eles ( $p < 0,05$ ) em relação ao número de dias para o florescimento.

**Tabela 1.** Produção de matéria verde (PMV), produção de matéria seca (PMS), florescência (FLOR) e altura da planta (ALTPL) de treze genótipos de sorgo. Janaúba-MG.

Genótipos	PMV (t ha <sup>-1</sup> )	PMS (t ha <sup>-1</sup> )	FLOR(d)	ALTPL(m)
13F24005	28,28 c	7,95c	86,00 d	2,30 d
13F24028	29,74 c	9,07c	86,00 d	1,96 e
13F23019	31,70 c	9,11c	92,00 c	2,16 d

13F23028	33,17 c	9,66c	90,66 c	2,10 e
13F25028	34,03 c	9,85c	94,00 d	2,61 b
13F25019	34,06 c	11,59c	90,33 c	2,48 c
13F25005	34,28 c	10,99c	90,66 c	2,41 c
13F25006	36,51 c	11,32c	92,00 c	2,75 b
BRS 655	39,76 c	12,64c	82,00 e	2,45 c
VOLUMAX	40,25 c	11,66c	100,66 a	2,80 b
13F24019	54,41 b	16,55 b	94,00 b	3,73 a
13F04006	64,08 a	19,90 a	95,33 b	3,70 a
13F24006	66,85 a	21,38 a	94,00 b	3,53 a
CV (%)	13,06	16,21	1,86	4,54

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

Os genótipos VOLUMAX, 13F24019, 13F04006 e 13F24006 tiveram um período de florescimento mais prolongado em comparação aos demais. Não houve variação significativa entre esses genótipos em relação à altura, que variou de 1,96 a 3,73 m ( $p < 0,05$ ). Por outro lado, os genótipos 13F04006 e 13F24006 foram semelhantes entre si e superiores aos demais, com médias de 64,08% e 66,85%, respectivamente, para a produção de matéria verde (PMV), conforme detalhado na Tabela 1.

Analisando a Tabela 2, observa-se que entre os teores de matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) dos genótipos de sorgo não houve diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ), com médias encontradas de 30,48% e 6,28%, respectivamente. No entanto, em relação à proteína bruta, os genótipos 13F24005, 13F23019, 13F23028, 13F25005, 13F04006 e 13F24006 apresentam valores superiores aos demais ( $p > 0,05$ ), como mostrado na Tabela 2. Todos os genótipos testados apresentaram teores de fibra detergente neutro (FDN) relativamente elevados, acima de 40%, o que está em consonância com os teores de matéria seca. Quanto à fibra em detergente ácido (FDA), os materiais avaliados não fizeram diferença significativa entre si ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Teores médios da matéria seca (MS), Matéria Mineral (MM), Proteína Bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) de treze genótipos de sorgo (dados expressos na matéria seca). Janaúba-MG.

Genótipos	MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
13F24005	28,06 a	6,81 a	6,99 a	57,34 a	33,81 a
13F24028	28,73 a	5,81 a	4,66 b	57,07 a	32,59 a
13F23019	28,93 a	5,19 a	7,75 a	59,79 a	35,08 a
13F23028	28,73 a	5,06 a	7,87 a	49,90 b	31,38 a
13F25028	30,53 a	6,22 a	4,43 b	48,67 b	32,46 a
13F25019	34,00 a	7,00 a	4,37 b	51,75 b	33,33 a
13F25005	32,11 a	5,96 a	7,13 a	60,68 a	30,66 a
13F25006	31,06 a	6,11 a	5,76 b	58,98 a	34,28 a

BRS 655	31,83 a	5,97 a	5,12 b	58,00 a	31,84 a
VOLUMAX	28,90 a	5,65 a	3,38 b	58,58 a	34,81 a
13F24019	30,20 a	5,58 a	5,43 b	47,12 b	33,87 a
13F04006	31,06 a	7,42 a	6,73 a	56,36 a	31,90 a
13F24006	31,00 a	5,52a	8,35 a	61,72 a	31,89 a
Média	30,48	6,28	-	-	32,91
CV (%)	7,57	32,64	19,05	8,32	5,70

Médias seguidas por letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo Teste *Scott-Knott*. CV=Coeficiente de variação.

Não se observou diferença significativa entre os genótipos em relação ao teor de lignina encontrado ( $p > 0,05$ ), com uma média de 6,83. O mesmo padrão foi aplicado para a digestibilidade da matéria seca (DIVMS), com uma média geral de 77,69%. No entanto, os valores de produção de matéria seca digestível (PMSD) dos genótipos avaliados foram diferentes entre si ( $p < 0,05$ ), destacando-se o 13F04006 com 12,98 t ha<sup>-1</sup>, e o genótipo 13F240006 com 13,63 t ha<sup>-1</sup> (Tabela 3).

**Tabela 3.** Teores médios lignina (LIG), digestibilidade in situ da matéria seca (DISMS) e produção da matéria seca digestiva (PMSD), de treze genótipos de sorgo (dados expressos na matéria seca).

Genótipo	LIG (%)	DISMS (%)	PMSD (t ha <sup>-1</sup> )
13F24005	6,64 a	74,36 a	5,48 c
13F24028	6,19 a	76,29 a	5,69 c
13F23019	6,31 a	76,54 a	5,85 c
13F23028	6,75 a	77,12 a	6,45 c
13F25028	7,14 a	77,32 a	6,97 c
13F25019	6,75 a	77,45a	7,37 b
13F25005	7,23 a	77,65a	7,83 b
13F25006	6,51 a	78,41 a	8,91 b
BRS 655	7,72 a	78,42 a	8,55 b
VOLUMAX	6,69 a	78,73 a	7,45 b
13F24019	6,80 a	78,88 a	9,09 b
13F04006	6,91 a	78,93a	12,98 a
13F24006	7,16 a	79,89 a	13,63 a
Média	6,83	77,69	-
CV (%)	12,21	2,42	15,12

Médias seguidas por letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo Teste *Scott-Knott*. CV=Coeficiente de variação.

## Discussão

Devido à sensibilidade ao fotoperíodo, o sorgo apresenta um desenvolvimento variável conforme a região de cultivo, resultando em variação no rendimento de forragem entre os materiais avaliados. Em um estudo das características agrônomicas de cinco genótipos de sorgo, os autores registraram uma produção de matéria verde (PMV) entre 37,18 e 52,14 t ha<sup>-1</sup>. No presente



experimento, apenas quatro dos genótipos avaliados alcançaram uma média superior a 40 t ha<sup>-1</sup>, sendo eles o Volumax, o 13F24019, o 13F04006 e o 13F24006.

Ao avaliar os genótipos, observou-se variação significativa entre eles ( $p < 0,05$ ) em relação ao número de dias para o florescimento. Os genótipos VOLUMAX, 13F24019, 13F04006 e 13F24006 levaram mais tempo para entrar nessa fase. Esse fato pode explicar a superioridade desses materiais para a produção de matéria seca (PMS), uma vez que genótipos com um ciclo mais tardio tendem a ser mais produtivos devido a uma fase vegetativa mais prolongada<sup>12</sup>.

Entre os genótipos analisados, foi observada uma variação nos valores médios de altura, variando de 1,96 a 3,73 m ( $p < 0,05$ ). Dessa forma, os genótipos 13F24019, 13F04006 e 13F24006 destacaram-se em relação aos demais, enquanto os híbridos 13F24028 e 13F23028 tiveram o menor comprimento. Em um estudo com diferentes genótipos de sorgo, registrou-se uma média geral de altura de 2,15m, com a maior altura atingindo 2,61m e a menor altura alcançando 1,24m<sup>13</sup>.

Ao investigarem o desempenho do híbrido de sorgo forrageiro em três cortes distintos, observou-se uma maior produtividade de massa verde nos cortes provenientes do rebrote em Presidente Prudente, SP<sup>14</sup>. Embora essa variável esteja correlacionada com a produtividade, é importante considerar a alocação das estruturas na composição da biomassa. Embora não tenha sido realizada a separação das estruturas das plantas neste estudo, é sabido que em sorgos forrageiros de porte alto, há uma maior produção de biomassa nas folhas e não no colmo em comparação com a participação das panículas<sup>11</sup>.

Em um estudo com o objetivo de se avaliar a produtividade do sorgo Volumax, na região norte do Paraná, foi observada uma produção de massa verde de até 59,8 t ha<sup>-1</sup> e de 17 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca para sorgo forrageiro<sup>15</sup>. Os pesquisadores registraram, em média, uma produção de 8,7 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca, possivelmente devido às condições climáticas predominantes durante o período de inverno, caracterizadas por menores índices de precipitação e temperaturas mais baixas.

Durante muito tempo, como variedades de sorgo foram selecionadas para ensilagem com base apenas na produção de massa verde por hectare, as mudanças reduzem os custos por tonelada de matéria verde produzida, sem considerar a qualidade do material resultante. Essas cultivares geralmente apresentavam características, como porte alto, ciclo longo e baixa produção de grãos. Entretanto, ao longo dos anos, revelou-se a importância dos grãos e do teor de matéria seca, uma vez que são eles os responsáveis por aumentar a produção de matéria seca e onde se concentram os nutrientes.

Estela *et al.*<sup>14</sup> relataram valores ainda mais elevados de produtividade para o sorgo Volumax, com 73 t ha<sup>-1</sup> de massa verde e 19 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca. As diferentes características morfológicas e qualitativas podem explicar as variações na produção de matéria seca observadas neste experimento.



Os genótipos 13F24019, 13F04006 e 13F24006 apresentaram médias superiores às mencionadas nos estudos citados, com 16,55, 19,90 e 21,38 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca, respectivamente.

No sorgo, a característica altura da planta é proporcional à produção de matéria seca e inversamente proporcional à porcentagem de panícula, sendo a taxa de decréscimo da panícula menor nos híbridos de porte baixo e médio e maior, quando a altura da planta ultrapassa os três metros<sup>13</sup>.

A porcentagem de matéria seca (MS) do sorgo varia de acordo com a idade do corte, a composição do colmo e a proporção dos diversos constituintes da planta, como folhas, colmo e panícula<sup>16</sup>. As variações nas proporções das partes da planta, como a porcentagem de colmo e panícula, exercem uma influência significativa sobre o teor de matéria seca da planta inteira, em vez do teor de umidade<sup>17</sup>. Silagens de qualidade devem apresentar teores de matéria seca entre 30 e 35%<sup>18</sup>. Diante disso, observa-se que os genótipos 13F25028, 13F25019, 13F25005, 13F25006, BRS 655, 13F24019, 13F04006 e 13F24006 são médias de teor de matéria seca entre 30 e 35%, com valores de 30,53%, 34,00%, 32,11%, 31,06%, 31,83%, 30,20%, 31,0% e 31,00% de MS, respectivamente, destacando características ideais para uma produção de silagem de alta qualidade.

Por outro lado, teores superiores a 35% podem comprometer a qualidade da silagem devido à maior presença de ar. Materiais com teor de umidade mais elevado são mais suscetíveis à compactação<sup>19</sup>. Em um estudo sobre a composição química de diferentes híbridos de sorgo, foram observados teores de matéria seca de 32,8% e 36,6%<sup>20</sup>.

*Sorghum sudanense* L. é uma variedade de sorgo forrageiro. Foram observadas variações no percentual de matéria seca (MS) de 23,25% a 33,34% para as cultivares Ponta Negra e IPA 1011, respectivamente, valores inferiores aos encontrados neste estudo<sup>21</sup>. Quanto ao genótipo Volumax, foi registrado um teor de 30,1% de MS, superior ao observado neste trabalho para o mesmo material<sup>22</sup>.

Com base nos percentuais de matéria mineral apresentados na Tabela 2, os genótipos não revelaram diferenças significativas entre si ( $p > 0,05$ ), variando de 5,06% (13F23028) a 7,42% (13F04006), com uma média de 6,28%. Os teores de matéria mineral são indicativos da quantidade de minerais presentes na forrageira. No entanto, índices elevados podem sugerir um alto conteúdo de sílica, que não possui valor nutricional para os animais. Embora a matéria mineral indique a presença de minerais no alimento, esse índice não oferece detalhes sobre quais minerais estão presentes e em que proporções. Normalmente, os alimentos de origem animal são ricos em cálcio e fósforo, enquanto os alimentos vegetais tendem a ter um teor mais baixo de matéria mineral<sup>23</sup>.

Os valores médios de proteína bruta (PB) variaram entre os genótipos avaliados ( $p < 0,05$ ), conforme apresentado na Tabela 2, com uma variação de 3,38% a 8,35% e uma média de 6,00%. Ao analisar esses valores, observa-se que uma minoria dos materiais desenvolvidos alcançou índices ideais de PB para satisfazer os requisitos de nitrogênio pelo microbioma ruminal e garantir um bom



funcionamento do rúmen, que é de no mínimo 7%. As diferenças nas médias dos teores de PB podem ser atribuídas, possivelmente, a diferentes concentrações da fração panícula na planta inteira. Foi observado um teor médio de 82,6 g kg<sup>-1</sup> no primeiro corte do Volumax, em um sistema de produção semelhante ao deste estudo<sup>24</sup>. No entanto, outros autores observaram maiores variações nos teores de proteína bruta na parte aérea do Volumax, com os teores oscilando entre 55,8 e 69,4 g kg<sup>-1</sup> <sup>15</sup>.

Os valores de fibra em detergente neutro (FDN) variaram de 47,12% a 61,72%, com uma média de 55,84%. Os genótipos 13F24005, 13F24028, 13F23019, 13F25005, 13F25006, BRS 655, VOLUMAX, 13F04006 e 13F24006 tiveram valores superiores aos demais. Os teores de FDN devem situar-se entre os limites de 50% a 60%<sup>19</sup>. Mesmo que um material apresente um valor superior a 60%, não necessariamente difere dos outros que se encontram dentro do limite sugerido. É importante ressaltar que o FDN está diretamente relacionado à velocidade de passagem do alimento pelo trato digestivo, sendo que quanto menor o nível do FDN, maior é o consumo de matéria seca.

Da mesma forma, o teor de fibra em detergente neutro (FDN) está diretamente relacionado a uma série de fatores, incluindo o ciclo da cultivar, as temperaturas noturnas e o teor de carboidratos solúveis, entre outros. Em outro estudo, os teores de FDN na silagem não observaram diferenças estatísticas significativas entre os genótipos, com um valor médio de 68,63%, e os resultados variaram entre 57,71% e 74,44%<sup>25</sup>. Já em outro estudo, foi observada uma média de teor de FDN de 63,82% entre 25 cultivares, com variação de 56,64% a 76,12%<sup>22</sup>.

Os valores de fibra em detergente ácido (FDA) foram comparáveis entre os genótipos avaliados ( $p>0,05$ ), com uma média de 32,91% e uma variação de 30,66% a 35,08%. Os teores elevados da FDA dificultam a fragmentação do alimento e sua digestão pelas bactérias ruminais<sup>13</sup>. Uma análise da FDA fornece uma estimativa do teor total de celulose e lignina da amostra, sendo inversamente relacionada à digestibilidade da matéria seca<sup>19</sup>. Em outro estudo, os autores encontraram uma média de 36,89% de FDA em 25 variedades, com o menor valor registrado em 30,56% e o maior em 45,09%<sup>22</sup>. Quanto aos valores da FDA, os maiores podem ser também o teor da lignina, o que tornaria a forragem mais indigestível para os animais. Em comparação, na avaliação bromatológica da silagem de diferentes genótipos de sorgo, em Alegre/ES<sup>25</sup>, observou-se uma média geral de 41,41% de FDA para as 25 variedades testadas, variando de 36,34% a 45,63%.

Os genótipos ( $p>0,05$ ) não mostraram diferenças significativas em relação aos teores da lignina, mantendo uma média de 6,83. A lignina tem um papel crucial na limitação da digestão dos polissacarídeos da parede celular e na redução do valor nutricional para os ruminantes, sendo considerado o fator mais características relacionado à digestibilidade<sup>26</sup>. A determinação dos níveis de lignina é fundamental para compreender o aproveitamento da forragem pelo animal, uma vez que quanto menor esse teor, mais eficiente tende a ser o processo de manipulação do alimento no rúmen<sup>27</sup>.

Não houve discrepância nos valores de digestibilidade *in situ* da matéria seca (DISMS) entre os genótipos ( $p>0,05$ ), mantendo uma média observada de 77,69%. Todos os genótipos apresentaram valores de DISMS acima de 50%, configurando uma boa digestibilidade ruminal, o que sugere uma absorção eficiente de nutrientes. Outros autores informaram valores de 53,57% e 52,74% para a digestibilidade *in situ* da matéria seca em sorgo forrageiro e silagens de duplo propósito, respectivamente<sup>28</sup>. Em um experimento realizado na Embrapa Cerrados (Planaltina-DF, foram encontrados valores de DISMS entre 57,9% e 63,9% para sorgo plantado na safra e entre 59,4% e 67,7% na safrinha<sup>29</sup>. Apesar dos altos valores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), não houve comprometimento da digestibilidade *in situ* da matéria seca, o que pode ser explicado pelo alto teor de hemicelulose, destacando a importância da avaliação da composição da fibra na alimentação animal.

Os menores valores de produção de matéria seca (PMS) foram observados nos híbridos 13F24005 e 13F24019, variando de 5,48 a 9,09 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os valores de PMS apresentados por esses maiores materiais podem ser usados para explicar os maiores valores de produção de matéria seca digestível (PMSD) atribuídos aos híbridos experimentais 13F04006 e 13F24006.

A produção de matéria seca digestível depende não apenas da quantidade de matéria seca produzida pela forrageira, mas também de sua digestibilidade. Assim, o PMSD associa o volume e a qualidade da produção, equilibrando o valor nutricional. Em essência, o PMSD é o resultado da multiplicação da produção de matéria seca pela digestibilidade da matéria seca, representando a quantidade produzida na área e fornecida nutrientes aos animais<sup>30</sup>.

## Conclusão

Os genótipos 13F04006 e 13F24006 destacam-se para a produção de volumoso devido ao alto valor nutritivo observado nas condições edafoclimáticas de Janaúba-MG.

## Contribuição dos autores

Os autores aprovam a versão final do manuscrito e se declaram responsável por todos os aspectos do trabalho, inclusive garantindo sua exatidão e integridade.

## Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

1. Venturini T. Caracterização da silagem do sorgo forrageiro AGRI 002E e Utilização na alimentação de bovinos. [thesis]. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia; 2019. Available from: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/4413?mode=full>
2. Wilkinson JM, Rinne M. Highlights of progress in silage conservation and future perspectives. *Grass Forage Science*. 2017;1–13. <https://doi.org/10.1111/gfs.12327>
3. Araújo Filho JD, Correia R, Cunha T, Oliveira Neto MD, Araujo J, Silva MDL. Ambientes e solos do semiárido: potencialidades, limitações e aspectos socioeconômicos. *Tecnologias de convivência com o semiárido*. Fortaleza: Embrapa, Banco do Nordeste. 2019:19-84. Available from: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1111289>
4. Santos GCL, Garcia PHM, Viana TBL, Borges PF, Araújo LS, Gonzaga S. Crescimento e eficiência do uso da água do sorgo sob distintos regimes hídricos contínuos. *Archivos de Zootecnia*. 2020;69(266):164-71. Available from: <https://doi.org/10.21071/az.v69i266>
5. Magalhães RT, Gonçalves LC, Borges I, Rodrigues JAS, Fonseca, JF. Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2010;62(3):747–51. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352010000300034>
6. Santin TP, Frigeri KDM, Agostini A, Silva HR, Frigeri KDM, Kalles NZ, Coelho EM, Dias AM. Características fermentativas e composição química da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*) com uso de aditivos absorventes. *Braz J of Develop*. 2020;6(8):54931–43. Available from: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-057>
7. Dantas TF, Ferrari JV, Matoso AO, Cruz LT. Avaliação do sorgo forrageiro em diferentes épocas de colheita. VIII Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio, 2016. Available from: <https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Mobilizar2018/pdf/07-Mobilizar.pdf>
8. Nocek JE. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. A review. *J Dairy Sci*. 1988;71(8):2051-69. Available from: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79781-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79781-7)
9. Detmann E, Souza M, Valadares Filho SC, Queiroz AC, Berchielli TT, Saliba EOS, *et al.* Métodos para análise de alimentos-INCT. *Ciência animal*. Visconde do Rio Branco: Suprema; 2012.
10. Ferreira DF. SISVAR: A computer statistical analysis system. *Ciênc agrotec*. 2011;35(6):1039-42. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
11. Perazzo AF, Carvalho GGP, Santos EM, Pinho RMA, Campos FS, Macedo CHO, *et al.* Agronomic evaluation of 32 sorghum cultivars in the Brazilian semi-arid region. *R Bras Zootec*. 2014;43(5):232-7. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014000500002>
12. Almeida Filho JE, Tardin FD, Daher RF, Silva KJ, Neto JBX, Bastos E, *et al.* Avaliação agronômica de híbridos de sorgo granífero em diferentes regiões produtoras do Brasil. *RBMS*. 2014;13(1):82-95. Available from: <https://rbms.abms.org.br/index.php/ojs/article/view/448>



13. Oliveira RF. Avaliação agronômica e qualitativa de genótipos de sorgo forrageiro. [dissertation]. Universidade Federal da Bahia, Salvador; 2019. Available from: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/30943>
14. Stella LA, Peripolli V, Prates ER, Barcellos JOJ. Composição química das silagens de milho e sorgo com inclusão de planta inteira de soja. *Boletim da Indústria Animal*. 2016;73(1):73-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.17523/bia.v73n1p73>
15. Frias DB, Coelho MR, Costa MA, Cizanska I. Produtividade e qualidade do sorgo forrageiro na região norte do Paraná submetido a diferentes níveis de adubação nitrogenada. *Revista Terra e Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa*. 2018;34:321-332. Available from: <http://periodicos.unifil.br/index.php/Revistateste/article/view/514>
16. Assis JJCS. Seleção de genótipos de sorgo cultivados sob estresse hídrico. [dissertation]. Universidade Estadual da Paraíba; 2021. Campina Grande. Available from: <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/3995>
17. Acioly TMS, Perazzo AF. Influência de características agronômicas na ensilagem de gramíneas tropicais: revisão de literatura. *Recei*. 2022;8(26). Available from: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/3928>
18. Barreto HFM, Souza CMS, Rodrigues BN, Rodrigues Terceiro F da C, Soares MM de F, Jesus PPC de. Padrão de qualidade da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) associado ao neem (*Azadirachta indica*). *HOLOS*. 2020;6:1–16. Available from: <https://doi.org/10.15628/holos.2020.10073>
19. Van Soest PJ. *Nutritional ecology of ruminant*. 2nd ed. Ithaca: Cornell; 1994.
20. Farias PCB de. Avaliação agronômica e composição química de híbridos de sorgo forrageiro em classificações climáticas diferentes. [dissertation]. Universidade Federal de Campina Grande; 2020. Patos – PB. Available from: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/19677>
21. Perazzo AF, Santos EM, Pinho RMA, Campos FS, Ramos JPFD, Aquino MMD, *et al.* Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semi-árido. *Cienc Rural*. 2013;43(10):1771-1776. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013001000007>
22. Pastor TDS. Avaliação bromatológica de diferentes genótipos de sorgo silageiro. [trabalho de conclusão de curso]. Instituto Federal do Espírito Santo; 2022. Alegre/ES. Available from: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/2584>
23. Horwat DEG, Poltronieri PT, Nack DCRD, Brum JS. Uso de alimentos alternativos na dieta de suínos. *Nutritime Revista Eletrônica, on-line*. 2021;18(1):8845-885. Available from: <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2021/01/Artigo-531.pdf>
24. Oliveira AF. Desempenho de genótipos de sorgo para corte e pastejo plantados em safra e safrinha. [dissertation]. Universidade Federal de Minas Gerais; 2019. Belo Horizonte- MG. Available from: <http://hdl.handle.net/1843/43450>



25. Caprioli AA. Avaliação bromatológica da silagem de diferentes genótipos de sorgo. [trabalho de conclusão de curso]. Instituto Federal do Espírito Santo; 2022. Alegre/ES. Available from: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/2582>
26. Lapiere C. Application of new methods for the investigation of lignin structure. In: Jung HG, Buxton DR, Hatfield RD, Ralph J, editors. Forage cell wall structure and digestibility. Madison: ASA-CSSA-SSSA; 1993. p. 315-346. Available from: <https://doi.org/10.2134/1993.foragecellwall.c6>
27. Lima LOB, Pires DADA, Moura MMA, Rodrigues JAS, Tolentino DC, Viana MCM. Agronomic traits and nutritional value of forage sorghum genotypes. *Acta Sci. Anim. Sci.* 2017;39(1):7-12. Available from: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i1.32356>
28. Skonieski FR, Nornberg JL, de Azevedo EB, de David DB, Kessler JD, Menegaz AL. Production, fermentation and nutritional characteristics of forage and double purpose sorghum silages. *Acta Sci. Anim. Sci.* 2010;32(1):27-32. Available from: <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i1.7200>
29. Oliveira AF. Desempenho de genótipos de sorgo para corte e pastejo plantados em safra e safrinha. [dissertação]. Universidade Federal de Minas Gerais; 2020. Belo Horizonte- MG. Available from: <http://hdl.handle.net/1843/43450>
30. Tomich TR, Rodrigues JAS, Tomich RGP, Gonçalves LC, Borges I. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2004;56(2):258-263. Available from: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/bfC36W5qWPVRXLhgYBXDDks/?format=pdf&lang=pt>