



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS  
E NUTRICIONAIS DE GENÓTIPOS DE  
SORGO PORTADORES OU NÃO DE  
NERVURA MARROM**

**RENÊ FERREIRA COSTA**

**2017**

**RENÊ FERREIRA COSTA**

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E  
NUTRICIONAIS DE GENÓTIPOS DE SORGO  
PORTADORES OU NÃO DE NERVURA MARROM**

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. Dr. Daniel Ananias de Assis Pires**

**UNIMONTES**

**MINAS GERAIS – BRASIL**

**2017**

Costa, Renê Ferreira

C838c Características agronômicas e nutricionais de genótipos de sorgo portadores ou não de nervura marrom [manuscrito] / Renê Ferreira Costa. – 2017.  
18 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2017.

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

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

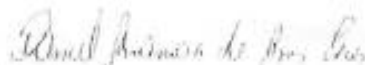
CDD. 633.62

RENÊ FERREIRA COSTA

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS  
DE GENÓTIPOS DE SORGO PORTADORES OU NÃO DE  
NERVURA MARROM

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 31 de AGOSTO de 2017.



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



Prof<sup>o</sup> D.Sc. Eleuza Charete Junqueira  
de Sales  
UNIMONTES



Prof. Dr. João Paulo Sampaio Rigueira  
UNIMONTES



Dr. Otaviano Souza Pires Nelo  
FUNORTE

UNIMONTES  
JANAÚBA – MG  
2017

## **AGRADECIMENTOS**

*Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, por me guiar e me fortalecer todos os dias para seguir em frente com os meus objetivos. Agradeço a Ele também por manter a minha mãe e o meu pai ao meu lado, me apoiando nas horas mais difíceis.*

*Agradeço à minha namorada, que sempre me motivou e entendeu as minhas faltas e momentos de afastamento e reclusão e me mostrou o quanto era importante estudar.*

*Aos meus colegas de mestrado, em especial à Marielly, Tiane, Luiz, Théo, Cleverton, Jader, pelos bons momentos vividos e pela ajuda mútua durante os períodos de experimento.*

*Ao meu orientador, Prof. Dr. Daniel Ananias de Assis Pires, por sua dedicação, paciência, sensibilidade e apoio ao longo desta jornada.*

*Aos funcionários e docentes da UNIMONTES que, de alguma forma, contribuíram para o meu crescimento.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), entidades imprescindíveis ao fomento da pesquisa.*

*À Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), pelo apoio.*

*E a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para esta dissertação tornar-se realidade, o meu **MUITO OBRIGADO**.*

## SUMÁRIO

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| <b>LISTA DE TABELAS.....</b>       | <b>i</b>   |
| <b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>  | <b>ii</b>  |
| <b>RESUMO.....</b>                 | <b>iii</b> |
| <b>ABSTRACT.....</b>               | <b>iv</b>  |
| <b>INTRODUÇÃO.....</b>             | <b>1</b>   |
| <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>     | <b>2</b>   |
| <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b> | <b>5</b>   |
| <b>CONCLUSÃO.....</b>              | <b>14</b>  |
| <b>AGRADECIMENTOS.....</b>         | <b>15</b>  |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>            | <b>16</b>  |

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.** Dias para florescimento (inflorescência), Altura de plantas em metros, produção de matéria verde (PMV), matéria seca (MS), produção de matéria seca (PMS) e produção de matéria seca potencialmente digestível (PMSPD) de genótipos de sorgo normais e comutação *bmr*..... 5
- TABELA 2.** Teores médios de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens de genótipos de sorgo normais e com mutação *bmr*..... 8
- TABELA 3.** Teores médios de relação nitrogênio amoniacal/nitrogênio total ( $N-NH_3/NT$ ), potencial hidrogeniônico (pH) e matéria seca potencialmente digestível (MSPD) das silagens de genótipos de sorgo normais e com mutação *bmr*..... 12

## LISTA DE ABREVIATURAS

**Aw**- Atividade de água;

**CEL**-Celulose;

**cm**- Centímetros;

**FDA**- Fibra em detergente ácido;

**FDN**- Fibra em detergente neutro;

**HCEL**-Hemicelulose;

**LGN**- Lignina;

**m**-Metros;

**mm**-Milímetros;

**N-NH<sub>3</sub>/NT**- Nitrogênio amoniacal/nitrogênio total

**PB**- Proteína bruta;

**PH**-Potencial hidrogeniônico;

**PMS**- Produção de matéria seca;

**PMV**-Produção de matéria verde;

**PMSD**- Produção de matéria seca digestível;

**T há<sup>-1</sup>**- Toneladas por hectare.



## RESUMO

COSTA, Renê Ferreira. **Características agronômicas e nutricionais de genótipos de sorgo portadores ou não de nervura marrom.** 2017. 18p. (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG<sup>1</sup>.

Objetivou-se avaliar as características agronômicas e o valor nutricional desilagens de genótipos de sorgo normais (sem mutação *bmr*) e portadores da mutação *bmr*. Foram utilizados 14 genótipos de sorgo, sendo 7 genótipos convencionais (BRS 655, BRS658, BRS 659, BRS 610, VOLUMAX, 156x947216 e 156x947030) e 7 mutantes portadores do gene *bmr*<sup>6</sup> (2014F15641, 2014F15645, 2014F15649, 2014F15653, 2014F15661, 2014F15681 e 2014F15685). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 4 blocos e 14 tratamentos, totalizando 56 parcelas experimentais. As médias das variáveis foram submetidas à análise de variância por meio do SISVAR e, quando as mesmas foram significativas, houve comparação dos tratamentos utilizando-se o teste de Scott-Knott a 5%. Houve diferença ( $p < 0,05$ ) para as características agronômicas. Quanto à proteína bruta, teores médios oscilaram de 11,10 a 14,66%. Independente da mutação, não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os genótipos portadores da mutação e os não portadores para a lignina e matéria seca potencialmente digestível. Para a fibra em detergente neutro, não houve diferença ( $p > 0,05$ ), a média foi 66,12%. A média do pH das silagens foi de 4,16. Os genótipos 2014F15685 e 2014F5645 são os mais indicados para produção de si

**Palavras-chave:** composição, nervura-marrom, digestibilidade, matéria seca digestível.

---

<sup>1</sup>Comitê de Orientação: Prof. Dr. Daniel Ananias de Assis Pires – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof<sup>ª</sup> Eleusa Clarete Junqueira de Sales – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientadora).

## ABSTRACT

COSTA, Renê Ferreira. **Agronomic and nutritional characteristics of sorghum genotypes with or without brown veins**. 2017. 18 p. (Master's Degree in Animal Science) – State University of Montes Claros, Janaúba, MG<sup>1</sup>

The objective of this study was to evaluate the agronomic characteristics and nutritional value of normal sorghum genotypes (without bmr mutation) and with the bmr mutation. Fourteen sorghum genotypes were used: 7 genotypes of the genus genotypes (BRS 655, BRS 658, BRS 659, BRS 610, VOLUMAX, 156x947216 and 156x947030) and 7 mutants of the bmr6 gene (2014F15641, 2014F15645, 2014F15649, 2014F15653, 2014F15661, 2014F15681 and 2014F15685). The experimental design was a randomized block design with 4 blocks and 14 treatments totaling 56 experimental plots. The means of the variables were submitted to analysis of variance by means of the SISVAR and when they were significant there was a comparison of the treatments using the Scott-Knott test at 5%. There was a difference ( $p < 0.05$ ) for the agronomic characteristics. Regarding the crude protein, mean levels ranged from 11.10 to 14.66%. Regardless of the mutation, there was no difference ( $p > 0.05$ ) between the mutation carriers and the non-carriers for lignin and potentially digestible dry matter. For neutral detergent fiber there was no difference ( $p > 0.05$ ) and the mean was 66.12%. The average pH of the silages was 4.16. The genotypes 2014F15685 and 2014F15645 are the most suitable for silage production, since they presented higher production of dry matter that could be digestible.

**Keywords:** composition, brown-rib, digestibility, digestible dry matter.

---

<sup>1</sup>**Guidance Committee:** Prof. Dr. Daniel Ananias de Assis Pires – Department of Agrarian Sciences / UNIMONTES (Advisor); Prof<sup>ª</sup> Eleusa Clarete Junqueira de Sales - Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Co-advisor).

## INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) é um dos cereais mais produzidos no mundo. O cultivo ocorre, na grande maioria, em países em desenvolvimento, com exceção dos Estados Unidos que é o maior produtor mundial. O Brasil é o 10º maior produtor mundial, e a maior parte do sorgo produzido é destinada à alimentação animal, tanto na forma de grãos como na ensilagem da planta inteira (USDA, 2016).

Nos últimos anos, pesquisadores têm se empenhado para melhorar ainda mais o valor nutricional dessa cultura que, além de ser tolerante ao déficit hídrico, é bastante produtiva (Aguilar *et al.* 2015). Dentre os fatores que influenciam o valor nutricional das plantas forrageiras, destaca-se o teor de lignina, que aumenta juntamente com os demais componentes da parede celular devido à maturidade fisiológica (FERREIRA *et al.* 2015). Na planta de sorgo, o aumento nos teores de compostos fenólicos são fortemente relacionados com baixa degradação ruminal (Costa *et al.* 2016a). E, conseqüentemente, pode afetar o desempenho produtivo dos animais (Singh *et al.* 2017). Um dos avanços almejados pela engenharia genética é a seleção e exploração de genótipos de sorgo, seja para pastejo e/ou silagem, com pigmentos marrons na nervura central, também chamados de mutantes *bmr* (*brown midrib*) (Ferreira *et al.* 2015).

Apesar dos trabalhos publicados por Aguilar *et al.*, (2015), Ferreira *et al.*, (2015) verificando o valor nutricional da planta inteira ou partes da planta de sorgo *in natura*. Poucos são os experimentos que avaliaram o valor nutricional de silagens de sorgo confeccionados com genótipos normais ou portando a mutação *brm*, sendo, portanto, necessário entender se as reduções nos teores de lignina modificam a composição química e digestibilidade dessas silagens.

Com base no exposto, objetivou-se avaliar as características agrônômicas e nutricionais de genótipos de sorgo portadores ou não de nervura marrom *bmr* para a produção de silagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento a campo foi conduzido nas dependências da EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, localizada no Km 65 da rodovia MG-424, no município de Sete Lagoas - MG. Sete Lagoas localiza-se na porção centro-norte do Estado de Minas Gerais a 19° 28' S e 44° 15' W. O clima do local é classificado, segundo Köppen, como Cw, de savana com inverno seco. Foram utilizados 14 genótipos de sorgo, sendo 7 genótipos normais (BRS 655, BRS 658, BRS 659, BRS 610, VOLUMAX, 156x947216 e 156x947030) e 7 portadores da mutação *bmr*, respectivamente com o gene *bmr*<sup>6</sup> (2014F15641, 2014F15645, 2014F15649, 2014F15653, 2014F15661, 2014F15681 e 2014F15685).

Os quatorze genótipos foram plantados no dia 02 de setembro de 2016, em 4 blocos, cada um constituído por 14 parcelas formadas por 6 fileiras com 6 metros de comprimento e 70 centímetros de espaçamento entre fileiras. Foram semeadas 35 sementes por metro linear em cada parcela, cada genótipo foi um tratamento totalizando 14 tratamentos. A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo e as exigências da cultura, em que foram utilizados 350 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-28-16 (N:P:K) + 0,5% de zinco no plantio e 150 kg ha<sup>-1</sup> de ureia em cobertura, 25 dias após o plantio.

A colheita foi realizada em 13 de dezembro de 2016, totalizando um período experimental de 102 dias. O sorgo foi cortado a 15 cm do solo e a colheita de todos os materiais foi realizada no mesmo dia. Os cortes foram realizados nas duas fileiras centrais e intermediárias de cada parcela (parcela útil), descartando-se as duas fileiras externas de cada parcela e 1 metro das extremidades de cada fileira (as bordaduras).

Para a avaliação agrônômica, foram utilizadas as duas fileiras centrais de cada parcela, onde foram avaliadas as seguintes características: altura das plantas: que foi obtida através da medida do nível do solo à extremidade superior da planta, em 20% das plantas de cada parcela;

florescimento (dias): dias para que a planta de sorgo emita a inflorescência após o plantio. produção de matéria verde: que foi obtida a partir da pesagem de todas as plantas da área útil da parcela, realizada após o corte a 15 cm do solo; produção de matéria seca: que foi obtida a partir da produção de matéria verde e do teor de matéria seca de cada genótipo no momento do corte. As duas fileiras intermediárias foram colhidas e utilizadas para confecção dos silos e posteriormente, avaliadas as características bromatológicas e a qualidade das silagens.

Foram utilizados silos de laboratório feitos de tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e 500 mm de comprimento, sendo a forrageira picada em picadeira estacionária e prensada com soquete de madeira, adotando uma densidade média de 600 Kg m<sup>3</sup>. Os silos foram vedados no momento da ensilagem, com tampas de PVC providas de válvulas tipo Bunsen e lacradas com fita crepe, e abertos após 56 dias da ensilagem. Ao se retirar a silagem de cada silo procedeu-se à homogeneização do material, onde uma parte foi prensada com auxílio de uma prensa hidráulica para extração do “suco”. No suco da silagem, imediatamente após a extração, foram determinados os valores de pH, utilizando-se potenciômetro digital (Wilson & Wilkins, 1972), e o nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), por destilação com óxido de magnésio e cloreto de cálcio, empregando solução receptora de ácido bórico e titulação com ácido clorídrico a 0,1 N (AOAC, 1980). A avaliação nutricional das silagens foi realizada no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) – Campus Janaúba, MG.

No momento da abertura dos silos, o material foi homogeneizado e parte do material ensilado foi colocada em sacos de papel, pesada e posteriormente pré-seca em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas ou até atingir peso constante. As amostras pré-secas foram moídas em moinho estacionário com peneira de malha de 1 mm e, em seguida, acondicionadas em vidros com tampa identificados para as análises de composição química do alimento: matéria seca (MS), cinzas (CNZ), proteína

bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG). Todas as análises citadas anteriormente foram realizadas segundo metodologias descritas por (Detmann *et al.* 2012).

Determinou-se a fração indigestível pela incubação por 144 horas pela técnica dos sacos de náilon suspensos no rúmen, proposta por Mehrez e Orskov (1979), seguindo recomendações propostas por Nocek (1988). Os sacos de náilon utilizados neste experimento, antes de receberem as amostras, foram levados à estufa de ventilação forçada de ar, por 24 horas a 55°C, e, a seguir, resfriados e pesados, obtendo-se, dessa forma, o peso dos sacos vazios. Pesaram-se as amostras e foram colocadas em cada saquinho e após esta etapa foram lacrados. Cada saquinho manteve uma relação próxima de 20 mg de MS cm<sup>-2</sup> de área superficial do saco (Nocek, 1988). Em seguida, foram amarrados e fixados em uma corda de náilon e introduzidos no rúmen de um bovino adulto fistulado. Após o período de incubação, todos os sacos foram retirados do rúmen, lavados em água corrente até que a mesma se apresentasse limpa, procedendo-se, então, a secagem. A determinação da matéria seca (MS) foi feita em estufa a 55°C por 72 horas, de acordo com metodologia descrita por Detmann et al. (2012). Por diferença foi estimado a fração potencialmente digestível da matéria seca.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 4 blocos e 14 tratamentos totalizando 56 parcelas experimentais. As médias das variáveis foram submetidas à análise de variância por meio do SISVAR descrito por Ferreira (2014), e quando as mesmas foram significativas houve comparação dos tratamentos utilizando-se o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os dias de florescimento, os genótipos *bmr* 2014F15681 e *bmr* 2014F15685 apresentaram-se mais tardios, com 85 e 87 dias, respectivamente, quando comparados aos demais genótipos (Tabela 1).

**TABELA 1.** Dias para florescimento (inflorescência), altura de plantas em metros, produção de matéria verde (PMV), matéria seca (MS), produção de matéria seca (PMS) e produção de matéria seca potencialmente digestível (PMSPD) de genótipos de sorgo normais e com mutação *bmr*

| Genótipos  | Florescimento<br>(Dias) | Altura<br>(m) | PMV<br>(t/ha) | MS<br>(%) | PMS<br>(t/ha) | PMSPD<br>(t/ha) |
|------------|-------------------------|---------------|---------------|-----------|---------------|-----------------|
| BRS 655    | 66 D                    | 1,98 B        | 37,49 C       | 21,01 B   | 7,91 C        | 4,29 C          |
| BRS 658    | 70 D                    | 2,32 A        | 34,64 C       | 23,95 A   | 8,27 C        | 5,03 B          |
| BRS 659    | 69 D                    | 2,16 B        | 34,92 C       | 26,30 A   | 9,20 B        | 5,88 B          |
| BRS 610    | 76 C                    | 2,02 B        | 37,69 C       | 24,12 A   | 9,09 B        | 5,82 B          |
| VOLUMAX    | 76 C                    | 2,09 B        | 36,31 C       | 21,86 B   | 7,91 C        | 4,62 C          |
| 156x947216 | 70 D                    | 2,04 B        | 26,35 D       | 23,99 A   | 6,33 D        | 3,56 C          |
| 156x947030 | 70 D                    | 1,67 B        | 21,09 D       | 21,23 B   | 4,47 D        | 2,58 C          |
| 2014F15641 | 72 D                    | 2,12 B        | 31,09 D       | 23,46 A   | 7,35 C        | 4,43 D          |
| 2014F15645 | 76 C                    | 2,56 A        | 45,91 B       | 23,06 A   | 10,58 B       | 6,80 A          |
| 2014F15649 | 75 C                    | 2,55 A        | 45,87 B       | 20,18 B   | 9,28 B        | 5,57 B          |
| 2014F15653 | 72 D                    | 2,31 A        | 29,69 D       | 21,29 B   | 6,35 D        | 4,13 C          |
| 2014F15661 | 79 B                    | 2,50 A        | 45,27 B       | 20,06 B   | 9,12 B        | 5,38 B          |
| 2014F15681 | 85 A                    | 2,30 A        | 39,55 C       | 21,24 B   | 8,41 C        | 4,98 C          |
| 2014F15685 | 87 A                    | 2,44 A        | 56,77 A       | 22,72 A   | 13,00 A       | 7,73 A          |
| MÉDIA      | -                       | -             | -             | -         | -             | -               |
| CV (%)     | 3,70                    | 11,47         | 14,95         | 18,94     | 18,77         | 5,06            |

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

Para os dias de florescimento, os genótipos *bmr* 2014F15681 e *bmr* 2014F15685 apresentaram-se mais tardios, com 85 e 87 dias, respectivamente, quando comparados aos demais genótipos (Tabela 1). Este fato pode explicar a superioridade dos materiais mais tardios para a produção

de matéria verde, já que, segundo Almeida Filho *et al.* (2014), genótipos que apresentam um ciclo mais tardio tendem a ser mais produtivos por possuírem a fase vegetativa mais longa.

Para a altura de plantas, os valores médios oscilaram de 1,98 a 2,56 m para o genótipo normal BRS 655 e o mutante *bmr* 2014F15645. Os genótipos normais BRS 655, BRS659, BRS610, VOLUMAX, 156X947216, 156X947030 e o mutante 2014F15641 obtiveram médias inferiores 1,98; 2,16; 2,02; 2,09; 2,04; 1,67 e 2,12 m ao genótipo BRS 658 e os mutantes *bmr*<sup>6</sup> 2014F15645, 2014F15649, 2014F15649, 2014F15653, 2014F15661, 2014F15681 e 2014F15685 (2,32; 2,56; 2,55; 2,31; 2,50; 2,30 e 2,40 m) (Tabela 1). Os resultados demonstraram que a maior parte dos genótipos mutantes foram os mais altos e conseqüentemente obtiveram maior produção de matéria seca (BRS 658, 2014F15645, 2014F15649, 2014F15661, 2014F15681 e 2014F15685). Ferreira *et al.* (2011) analisaram as características agrônômicas de quatro híbridos de sorgo com capim-sudão, normais e mutantes *bmr*, e observaram altura média de 2,02 m com corte aos 61 dias após o plantio. Ribas (2010) avaliou características agrônômicas de vinte e cinco híbridos de sorgo com capim-sudão, normal e mutante *bmr*, em condições similares as deste experimento, e verificou alturas de 1,15 a 1,67 m no primeiro corte. A altura de plantas está associada com os dias para florescimento e no presente estudo os genótipos mais tardios foram os que obtiveram maior altura.

Quanto à produção de matéria verde (PMV), houve diferença entre os genótipos ( $p < 0,05$ ), os valores variaram de 21,09 a 56,77 t ha<sup>-1</sup> para os genótipos 156x947030 e 2014F15685, respectivamente (Tabela 1). O genótipo 2014F15685 foi o mais produtivo seguido pelos 2014F15645, 2014F15649 e 2014F15661 com média de 56,77, 45,91, 45,87 e 45,27 t ha<sup>-1</sup>. Costa *et al.* (2016b) obtiveram produção de matéria verde (PMV) variando de 30,00 a 52,07 t há<sup>-1</sup> respectivamente em um experimento com condições semelhantes. De acordo com Paziani & Duarte (2006) a variabilidade



genética juntamente com as condições de temperatura, umidade e qualidade do solo estão correlacionadas com a produção de matéria verde (PMV).

Houve diferença entre os genótipos no teor de matéria seca no momento do corte ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1). Os valores obtidos nesse experimento variaram de 20,06 a 26,30 para os genótipos 2014f15661 e BRS 659 respectivamente. Neumann *et al.* (2010) ao avaliarem quatro híbridos de sorgo com capim-sudão, observaram teor de MS da planta inteira variando de 16,9 a 21,7% quando o corte foi realizado 110 dias após o plantio. Segundo Mc Donald *et al.* (1991) o teor de matéria seca é considerado bom quando está acima de 25%, mas segundo este mesmo autor com a matéria seca acima de 20% é possível produzir silagem. No presente estudo os genótipos apresentaram valores baixos, mas acima dos 20% recomendado pelo autor acima citado. Os baixos teores de matéria seca da planta podem ser explicados pelo estágio de maturação da planta no momento do corte. As plantas *bmr* em função da redução dos conteúdos de lignina na parede celular tendem a acamar quando a planta cresce. Portanto, o corte realizado aos 102 dias de experimento pode ter interferido diretamente na matéria seca (MS) da planta.

Em relação à produção de matéria seca, houve diferença,  $p < 0,05$  para os genótipos, variando de 4,47 a 13,00 t ha<sup>-1</sup> para os genótipos 156x947030 e o *bmr* 2014f15685 respectivamente (Tabela 1). Dentre os parâmetros que avaliam o potencial produtivo de uma forrageira, a produção de matéria seca (PMS) e a produção de matéria seca digestível (PMDS) são os mais importantes, pois dizem respeito à fração do alimento que poderá ser aproveitada pelos animais, Para Albuquerque *et al.* (2010), a produção de matéria seca de cultivares de sorgo forrageiro está relacionada diretamente com a altura da planta, em que as cultivares mais altas podem atingir maiores produtividades.

Ao considerar as produções de matéria seca potencialmente digestível das silagens de sorgo, observa-se que os valores diferiram estatisticamente ( $P < 0,05$ ) como mostra a Tabela 1. Os genótipos

2014F15645 e 2014F15685 foram superiores ( $p < 0,05$ ) aos demais com PMDS de 6,80 e 7,33%, respectivamente. A produção de matéria seca potencialmente digestível (PMSPD) é uma forma de conciliar a produtividade com o valor nutritivo, ou seja, a associação entre as grandezas de volume e qualidade. Os seus valores estão associados com a idade de corte das plantas e nesse estudo as plantas de sorgo foram cortadas com teor de matéria seca considerado baixo. Além disso a digestibilidade está associada com as características intrínsecas da planta, como os teores mais baixos de lignina.

**TABELA 2.** Teores médios de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens de genótipos de sorgo normais e com mutação *bmr*.

| Genótipos  | PB (%)  | FDN (%) | FDA (%) | LIG (%) | CT (%)  | CNF (%) | NDT (%) |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| BRS 655    | 12,36 B | 70,14 A | 42,12 A | 4,17 A  | 78,69 A | 20,75 A | 47,43 B |
| BRS 658    | 12,68 B | 66,61 A | 36,00 A | 4,57 A  | 77,87 A | 16,47 B | 48,40 B |
| BRS 659    | 12,59 B | 66,19 A | 34,48 B | 4,61 A  | 78,86 A | 15,92 B | 47,25 B |
| BRS 610    | 14,66 A | 66,03 A | 37,37 A | 4,73 A  | 75,34 A | 14,61 B | 46,67 B |
| VOLUMAX    | 13,49 A | 63,87 A | 32,87 B | 4,85 A  | 77,33 A | 21,70 A | 51,47A  |
| 156x947216 | 13,92 A | 63,63 A | 33,44 B | 4,22 A  | 75,46 A | 19,25 A | 51,92A  |
| 156x947030 | 13,30 A | 62,87 A | 31,70 B | 4,88 A  | 77,77 A | 18,73 A | 51,36A  |
| 2014F15641 | 12,99 B | 65,42 A | 37,47 A | 4,70 A  | 77,00 A | 18,52 A | 50,18A  |
| 2014F15645 | 11,10 C | 69,03 A | 36,66 A | 5,01 A  | 78,11 A | 22,12 A | 56,15A  |
| 2014F15649 | 12,46 B | 61,95 A | 29,13 B | 5,20 A  | 77,67 A | 22,00 A | 52,36A  |
| 2014F15653 | 14,02 A | 63,44 A | 33,85 B | 4,64 A  | 77,90 A | 20,39 A | 56,75A  |
| 2014F15661 | 11,07 C | 68,98 A | 38,20 A | 5,03 A  | 78,45 A | 19,26 A | 52,55A  |
| 2014F15681 | 12,30 B | 68,77 A | 38,28 A | 5,20 A  | 78,15 A | 15,47 B | 45,54 B |
| 2014F15685 | 12,78 B | 68,76 A | 38,56 A | 5,00 A  | 76,65 A | 14,27 B | 51,09A  |
| MÉDIA      | -       | 66,12   | -       | 4,77    | 77,52   | -       | -       |
| CV (%)     | 7,94    | 6,28    | 9,33    | 18,16   | 3,07    | 18,53   | 8,31    |

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

Quanto à proteína bruta (PB), houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre os genótipos. Os teores médios oscilaram de 11,10 a 14,66% para o 2014F15645 e BRS 610, respectivamente (Tabela 2). Os genótipos normais BRS 610, VOLUMAX, 156x947216, 156x947030 e o mutante 2014F15653 apresentaram valores superiores (14,02 a 14,66 %); seguidos do BRS 655, BRS 658, BRS 659, 2014F15641, 2014F15649, 2014F15681 e 2014F15685 (12,36 a 12,78 %) com valores intermediários. Os mutantes 2014F15645 (11,10 %) e 2014F15661 (11,07) obtiveram valores inferiores aos demais (Tabela 2). Os genótipos avaliados apresentaram índices de PB ideais para o atendimento dos requisitos de nitrogênio da flora ruminal e para um bom funcionamento do rúmen, que é no mínimo 7%. No entanto, pode ocorrer um decréscimo no conteúdo proteico com a maturidade fisiológica da planta. O incremento nos teores de PB está relacionado ao acúmulo de matéria seca dos genótipos. Aguilar *et al.* (2015) trabalhando com genótipos de sorgo mutantes e seus pares isogênicos encontraram média de 13,78 % para proteína bruta.

Os grãos são a parte da planta de sorgo onde se encontra as maiores quantidades de proteína (Neumann *et al.* 2002). E neste estudo, as plantas foram colhidas com teor de matéria seca abaixo de 25%, sendo assim, apresentam em sua composição estruturas menos lignificadas, possivelmente com a fibra de melhor qualidade, maiores níveis de hemicelulose e maiores concentrações nitrogenadas. Os valores observados podem estar relacionados à idade de corte e ao baixo teor de matéria seca das plantas no momento do corte, o que indica estágio de maturação fisiológico menos avançado aumentando assim o teor de proteína bruta (PB).

Para a fibra em detergente neutro (FDN) não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os genótipos. A média foi 66,12% (Tabela 2), podendo afirmar que a mutação *bmr* não interferiu nas proporções de FDN. O teor de FDN está relacionado ao consumo, digestibilidade, taxa de passagem e atividade mastigatória dos ruminantes, enquanto o FDA está mais relacionado ao potencial de digestibilidade de um determinado volumoso.

Dietas para ruminantes com teores de FDN acima de 55% da MS tendem a apresentar menor densidade energética, limitando o consumo de matéria seca pelo enchimento ruminal e o desempenho animal pode ser comprometido (Van Soest, 1994). No entanto mais importante que o teor de FDN, é a qualidade da fibra ou a proporção entre a hemicelulose, celulose e lignina. Alto teor de hemicelulose indica boa digestibilidade da fibra ainda que o teor de FDN seja alto.

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para os teores de FDA. Os genótipos BRS 655, BRS 658, BRS 610 e os mutantes 2014F15641, 2014F15645, 2014F15661, 2014F15681 e 2014F15685 obtiveram valores variando de 42,12 a 36,00% (Tabela 2). Os demais (BRS 659, VOLUMAX, 156x947216, 156x947030, 2014F15649 e 2014F15653) foram inferiores com média variando de 29,13 a 34,48%. Valores acima de 40% de FDA podem comprometer a digestibilidade. Como os materiais avaliados foram colhidos com teor de matéria seca baixo, o estágio de maturação fisiológico das plantas possivelmente estava menos avançado, o que indica menores teores de lignina, tornando a fibra mais digestível.

Embora a principal característica das plantas mutantes seja a redução dos teores lignina, não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os genótipos mutantes e normais para esta variável (Tabela 2); podendo sugerir que a idade de corte antecipada não aumentou os teores de lignina das plantas normais, obtendo-se uma média de 4,77%. O processo de lignificação está correlacionado diretamente com o processo de maturação fisiológica da planta, quanto maior a idade, maior será os teores de lignina. Tolentino *et al.* (2016) avaliaram a qualidade de silagens de diferentes genótipos de sorgo cultivados em Sete Lagoas, onde obtiveram valores nos teores de lignina de 5,74 e 6,78% para os híbridos BRS 655 e Volumax, respectivamente com idade de corte de 115 dias. Nas condições deste experimento, os valores de lignina para os mesmos genótipos foram de 4,17 e 4,85%, respectivamente, com idade de corte de 102 dias.

Os valores de carboidratos totais obtidos para todos os genótipos avaliados foram semelhantes entre si ( $p > 0,05$ ) (Tabela 2) sendo os valores médios de 77,52%, justificados pela aptidão dos híbridos, que são forrageiros. Os valores de carboidratos totais obtidos neste estudo estão de acordo com aqueles relatados por Van Soest (1994), constituindo 50 a 80% da matéria seca das plantas forrageiras; considerando que os carboidratos representam a principal fonte de energia para a fermentação microbiana, convertendo-os em ácidos graxos voláteis (AGV).

Com relação aos valores de carboidratos não fibrosos, os genótipos avaliados foram diferentes entre si ( $p < 0,05$ ), sendo que os valores superiores variaram de 18,52 a 21,70 % para os híbridos 2014F15641 e 2014F15645, respectivamente (Tabela 2). O baixo valor indica que representam a porção dos carboidratos totais que fornece energia de rápida utilização para os micro-organismos ruminais. Possivelmente, foi devida à baixa participação da panícula na matéria seca e, conseqüentemente, a maior participação do colmo e das folhas, possibilitando assim, aumento na participação de fibras na forragem.

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

Na qualificação do processo fermentativo, devem ser consideradas as características químicas das silagens, que abrangem os valores de pH, teores de MS, nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total. Não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para o potencial hidrogeniônico (pH), a média das silagens foi de 4,16 (Tabela 3). Para a relação nitrogênio amoniacal/nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>/NT) as silagens dos genótipos BRS 655,

BRS 655, BRS 655, BRS 658, BRS 659, BRS 610, VOLUMAX, 156x947216, 156x947030, 2014F15641, 2014F15681 e 2014F15685 (0,17; 0,18; 0,16;0,20;0,19;0,18;0,16;0,22 e 0,20%) foram semelhantes entre si ( $p < 0,05$ ) (Tabela3).

**TABELA 3.** Teores médios de relação nitrogênio amoniacal/nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>/NT), potencial hidrogeniônico (pH) e matéria seca potencialmente digestível (MSPD) das silagens de genótipos de sorgo normais e com mutação *bmr*

| Genótipos  | N-NH <sub>3</sub> | pH     | MSPD    |
|------------|-------------------|--------|---------|
| BRS 655    | 0,17 A            | 4,42 A | 54,40 A |
| BRS 658    | 0,18 A            | 4,44 A | 60,72 A |
| BRS 659    | 0,16 A            | 4,39 A | 63,74 A |
| BRS 610    | 0,20 A            | 4,35 A | 63,97 A |
| VOLUMAX    | 0,19 A            | 4,33 A | 58,69 A |
| 156x947216 | 0,17 A            | 3,33 A | 56,42 A |
| 156x947030 | 0,18 A            | 4,51 A | 57,64 A |
| 2014F15641 | 0,16 A            | 4,53 A | 60,48 A |
| 2014F15645 | 0,13 B            | 4,32 A | 63,96 A |
| 2014F15649 | 0,12 B            | 4,33 A | 60,51 A |
| 2014F15653 | 0,11 B            | 3,27 A | 65,06 A |
| 2014F15661 | 0,13 B            | 3,27 A | 58,38 A |
| 2014F15681 | 0,22 A            | 4,40 A | 58,96 A |
| 2014F15685 | 0,20 A            | 4,41 A | 59,92 A |
| MÉDIA      | -                 | 4,16   | 60,20   |
| CV (%)     | 20,51             | 24,25  | 8,16    |

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

A classificação das silagens, quanto ao perfil de fermentação, indica perdas mínimas de matéria seca, energia e pequena alteração na qualidade da fração proteica, sem prejuízo significativo no valor nutritivo da forragem na sua forma conservada. A preservação adequada da forrageira pelo processo de ensilagem depende da produção de ácido láctico a fim de estabilizar o pH da silagem produzida. Segundo McDonald *et al.* (1991), silagens bem

conservadas variam entre 3,6 e 4,2 para o pH e N-NH<sub>3</sub>NT menor que 10%. Costa *et al.* (2016a) avaliando silagens de sorgo encontraram variação de 3,63 a 4,31 para o pH e 1,27 á 5,90 para o N-NH<sub>3</sub>/NT. Em concordância com os autores citados, o presente trabalho apresenta valores dentro dos limites estabelecidos, os quais indicam bom processo fermentativo e boa conservação da silagem.

Considerando a matéria seca potencialmente digestível das 14 silagens de sorgo, não observou-se diferença significativa entre os genótipos ( $P>0,05$ ) (Tabela 3), onde a média geral dos genótipos foi de 59,23. Segundo Paiva (1976), silagens com MSPD entre 40 e 55% podem ser classificadas como sendo de qualidade satisfatória, e silagens de 55 a 65% são classificadas como de boa qualidade. Ao avaliarmos os dados de matéria seca potencialmente digestível, o valor médio foi de 59,23% sugerindo a boa qualidade das silagens produzidas. A mutação e a qualidade da fibra dos genótipos utilizados quanto ao seu tipo e composição poderão exercer influência sobre o coeficiente de digestibilidade da planta como um todo, uma vez que a mutação causada pelo gene bmr na alteração da composição celular na deficiência da enzima OMT (O-metiltransferase) diminui o teor de lignina. O presente estudo sugere que o aproveitamento dos diferentes genótipos pertencentes ao mesmo gênero submetidos ao processo de conservação apresentou uma matéria seca potencialmente digestível semelhante. Desta maneira os produtores poderão optar pela planta forrageira de maior produção e que melhor se adapta as condições climáticas da região.

## **CONCLUSÃO**

Em relação às características agronômicas, os genótipos 2014F15685 e 2014F15645 são os mais indicados para produção de silagem, pois apresentaram maior produção de matéria seca potencialmente digestível. Em relação ao perfil de fermentação, todos os genótipos podem ser utilizados para a produção de silagem.



## **AGRADECIMENTOS**

À Embrapa Milho e Sorgo e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

AGUILAR, P.B.; PIRES, D.A.A.; RODRIGUES, J.A.S.; REIS, S.T.; JUNIOR, V.R.R.; MONÇÃO, F.P.; TOLENTINO, D.C.; FROTA, B.C.B. Valor nutricional das folhas e dos colmos de genótipos de sorgo mutantes bmr e normais. **Revista Agrarian**, 8(1), 321-329. 2015.

ALBUQUERQUE, C.J.B. *et al.* Potencial forrageiro de cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia, GO. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos**. Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

ALMEIDA FILHO, J.E.; TARDIN, F.D.; DAHER, R.F.; SILVA, K.J.; NETO, J.B.X.; BASTO, E.; LOPES, V.C.; BERBE, T.C.; MENEZES, C.B. Avaliação agrônômica de híbridos de sorgo granífero em diferentes regiões produtoras do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 13(1), 82-95. 2014.

BRUNO, O. A.; ROMERO, L. A.; GAGGIOTTI, M. C. Cultivares de sorgos forrajeros para silaje. 1. Rendimiento de materia seca y valor nutritivo de la planta. **Revista Argentina de Producción Animal**, 12(2), 157-162. 1992.

COSTA, R.F.; PIRES, D.A.A.; MOURA, M.M.A.; RODRIGUES, J.A.S.; ROCHA JUNIOR, V.R.; TOLENTINO, D.C. In: Situ degradability of dry matter and fibrous fraction of sorghum silage. **Acta Scientiarum. Animal Science**, 38 (2), 171-176 a. 2016.

COSTA, R.F.; PIRES, D.A.A.; MOURA, M.M.A.; SALES, E.C.J.; RODRIGUES, J.A.S.; RIGUEIRA, J.S. Agronomic characteristics of sorghum genotypes and nutritional values of silage. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 38(2), 127-133b. 2016.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O.S.; AZEVEDO, J.A.G. (Eds.). **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema. 2012

FERREIRA, P.D.S.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; JAYME, D.G.; SALIBA, E.O.S.; NETO, O.S.P.; CRUZ, D.S.; MAGALHÃES, F.A.; JUNIOR, G.O.R.; VELASCO, F.O. Valor nutricional de híbridos de sorgo para corte e pastejo (*Sorghum bicolor* x *Sorghumsudanense*) em diferentes fases fenológicas. **Semina: Ciências Agrárias**, 36(1), 377-390. 2015.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38(2), 109-112. 2015.

FERREIRA, P. D. S. *et al.* Características agronômicas de quatro híbridos de sorgo com capim-sudão avaliados em quatro idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, Belém-PA. **Anais...** Belém-PA: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2011. CD-ROM.

MARTINS, R.G.R.; GONCALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I.; BORGES, A.L.C.C.; PIRES, D.A.A. Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas de silagens de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) porovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 55(3), 346-349.

MCDONALD, P.J.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Mallow: Chalcombe Publications, 1991. 340 p.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; SOUZA, A.N.M.; PELEGRINE, L.G.; ZANETE, P.M.; NORBENG, J. L.; SANDINI, I.E. Desempenho vegetativo e qualitativo do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* x *Sorghumsudanense*) em manejo de cortes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 9(3), 10-15. 2010.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; BERNARDES, R.A.C.; ARBOITE, M.Z.; CERDÓTES, L., PEIXOTO, L.A.O. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 31(1), 302-312. 2002.

PAIVA, J.A.J. **Qualidade de silagem da região metalúrgica de Minas Gerais**. 1976, 43f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 1976.

PAZIANI, S. F.; DUARTE, A.P. Avaliação de cultivares de milho e sorgo para silagem. **Pesquisa & Tecnologia**, 3(2),3-7. 2006.

RIBAS, M. N. **Avaliação agronômica e nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão, normais e mutantes BMR – portadores de nervura marrom**. 2010. 138p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte.

SINGH, S.; BHAT, V.; SHUKLA, G.P.; GAHARANA, D. *et al.* Nutritional evaluation of different varieties of sorghum stovers in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 227, n.1, p.42–51, 2017.

TOLENTINO, D.C.; RODRIGUES, J.A.S.; PIRES, D.A.A.; VERIATO, F.T.; LIMA, L.O.B.; MOURA, M. M. A. THE QUALITY OF SILAGE OF DIFFERENT SORGHUM GENOTYPES. **ACTA SCIENTIARUM. ANIMAL Sciences**, 2(2), 143-149. 2016.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Third survey for world soybean harvest** 2016/17. Disponível em: <http://www.usda.gov>. Acesso em 15 fev de 2016.

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

VIANA, T.V.A.; LIMA, A.D.; MARINHO, A.B.; DUARTE, J.M.L.; AZEVEDO, B.M.; COSTA, S.C. Lâminas de irrigação e coberturas do solo na cultura do girassol, sob condições semiáridas. **Irriga**, 17(2),126-136. 2012.