



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**PAULO CESAR BATISTA DE FARIAS**

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE  
HÍBRIDOS DE SORGO FORRAGEIRO EM CLASSIFICAÇÕES  
CLIMÁTICAS DIFERENTES**

**PATOS - PB**

**2020**

**PAULO CESAR BATISTA DE FARIAS**

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE  
HÍBRIDOS DE SORGO FORRAGEIRO EM CLASSIFICAÇÕES  
CLIMÁTICAS DIFERENTES**

**Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Animal do Centro de Saúde  
e Tecnologia Rural da Universidade  
Federal de Campina Grande, como  
requisito parcial para obtenção do  
título de Mestre em Ciência Animal.**

**Orientador: Professor Dr. Leilson Rocha Bezerra.**

**Co-orientador: Professor Dr. Ricardo Loiola Edvan.**

**PATOS - PB**

**2020**



F224a Farias, Paulo Cesar Batista de.

Avaliação agrônômica e composição química de híbridos de sorgo forrageiro em classificações climáticas diferentes. / Paulo Cesar Batista de Farias. - 2020.

71 f.

Orientador: Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra; Co-orientador: Professor Dr. Ricardo Loiola Edvan.

Dissertação de Mestrado; (Programa de Pós-graduação em Ciência Animal) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Saúde e Tecnologia Rural.

1. Sorgo forrageiro - adaptação climática. 2. Híbridos de sorgo silageiro. 3. Silagem - sorgo. 4. Caracterização agrônômica - sorgo. 5. Sorgo silageiro - regime de sequeiro. 6. Condições climáticas - híbridos de sorgo. 7. Clima semiárido - plantação de sorgo. 8. Clima subúmido seco - plantação de sorgo. 9. Forragem. 10. Adaptação climática - sorgo. 11. Avaliação agrônômica - sorgo. 12. Sorgum bicolor (L.) Moench. I. Bezerra, Leilson Rocha. II. Edvan, Ricardo Loiola. III. Título.

CDU: 633.174(043.3)

**Elaboração da Ficha Catalográfica:**

Johnny Rodrigues Barbosa  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/626



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**PROVA DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO**

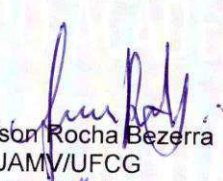
**TÍTULO: “Avaliação agrônômica e composição química de híbridos de sorgo forrageiro em classificações climáticas diferentes”**

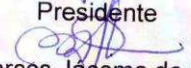
**AUTOR:** PAULO CESAR BATISTA DE FARIAS

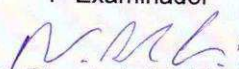
**ORIENTADOR:** Dr. Leilson Rocha Bezerra

**JULGAMENTO**


**CONCEITO:** APROVADO

  
Dr. Leilson Rocha Bezerra  
UAMV/UFCG  
Presidente

  
Dr. Marcos Jácome de Araújo  
DZ/CPCE/UFPI  
1º Examinador

  
Dr. Ricardo Loiola Edvan  
DZ/CPCE/UFPI  
2º Examinador

Patos - PB, 27 de fevereiro de 2020

  
Prof. Dr. José Fabio Paulino de Moura  
Coordenador

## **EPÍGRAFE**

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.*

(Martin Luther King)

*Deus, por ter me dado o dom da vida e por tudo que sou e tenho hoje;*  
*Aos meus pais, Risonaldo e Sueli, pois sem eles não seria quem sou hoje;*  
*A minha esposa Ingrid Simone pelo carinho, apoio, paciência e dedicação;*  
*A minha filha Maria Sophia pelo incentivo trazido com sua chegada;*  
*Aos meus irmãos Julio Cesar e Regiane pelo apoio e incentivo;*  
*A minha avó Rosita pelo incentivo;*  
*A toda minha família, meu pilar de sustentação;*  
*A todos que contribuíram e contribuem com a minha formação, colegas,*  
*amigos e orientadores.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente ao pai supremo, Deus todo poderoso e ao meu senhor Jesus Cristo;

A Universidade Federal do Piauí, pelo espaço concedido durante a execução do experimento;

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da UFCG, pela oportunidade de tornar-me mestre;

Agradecimento especial ao meu orientador Prof. Dr. Leilson por toda paciência, ensinamentos e confiança a mim concedida;

Agradecimento especial ao meu coorientador Prof. Dr. Ricardo Loiola pela confiança a mim concedida, pela paciência, ensinamentos e conselhos;

A todos os professores que transmitiram seus conhecimentos e aos que fazem parte do Programa de Pós-graduação em ciência animal;

Aos colegas e amigos de mestrado, por todos os momentos ao longo do caminho, em especial a José Ray, Romário, Izaak, Felipe e Jeffeson;

Aos técnicos e todos os funcionários da Universidade Federal de Campina Grande em especial ao secretário José de Arimateia (Ari), e os técnicos Otávio, Andressa e André pela assistência dada durante as análises laboratoriais;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro a mim concedido;

A Embrapa Milho e Sorgo de Sete Lagoas – MG, pela disponibilidade das sementes dos híbridos de sorgo;

Aos integrantes do grupo NUEFO que contribuíram significativamente para a realização deste trabalho, em especial Alex Lopes, Romilda Rodrigues, Lucas Barros, Diego Souza e José Lucas;

A toda minha família pelo apoio, carinho e incentivo para que eu pudesse concluir mais uma etapa da minha vida;

E a todos aqueles que de alguma forma tornaram esse sonho possível.

**A TODOS VOCÊS MINHA ETERNA GRATIDÃO.**

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....	xi
RESUMO GERAL .....	xii
RESUMO .....	xii
GENERAL ABSTRACT .....	xiii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUÇÃO GERAL.....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
<b>CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA: Cultivo de sorgo forrageiro em diferentes climas para produção animal.....</b>	<b>19</b>
RESUMO .....	20
ABSTRAC .....	20
INTRODUÇÃO .....	21
CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA, ORIGEM, E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO SORGO.....	22
FISIOLOGIA DO SORGO .....	24
CLASSIFICAÇÃO DO SORGO.....	25
SORGO FORRAGEIRO.....	25
SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE SORGO.....	26
ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA DO SORGO FORRAGEIRO .....	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
<b>CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR NUTRITIVO ENTRE HÍBRIDOS DE SORGO FORRAGEIRO EM CLASSIFICAÇÕES CLIMÁTICAS DIFERENTES .....</b>	<b>40</b>
RESUMO .....	41
INTRODUÇÃO .....	41
MATERIAL E MÉTODOS.....	43
Localização .....	43
Híbridos testados e delineamento experimental .....	44
Área experimental, adubação e plantio.....	45
Procedimentos de avaliação das características agronômicas .....	45
Avaliação da Composição química .....	46
Análise estatística .....	47



Características de crescimento .....	47
Produção de massa de forragem fracionada e total.....	50
Composição química.....	52
Produção de massa de forragem total e fracionada.....	57
Composição química.....	58
CONCLUSÕES.....	61
AGRADECIMENTOS .....	61
REFERÊNCIAS.....	61
<b>ANEXOS</b> .....	xiv
ANEXO A: NORMAS DA REVISTA ACTA SCIENTIARUM - AGRONOMY.....	xiv

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

**Tabela 1.** Levantamento da produção e composição química de híbridos de sorgo forrageiro

### CAPÍTULO II

**Tabela 1.** Período de cultivo dos híbridos de sorgo forrageiro no clima 1.

**Tabela 2.** Período de cultivo dos híbridos de sorgo forrageiro no clima 2.

**Tabela 3.** Características de crescimento entre híbridos de sorgo forrageiro comerciais.

**Tabela 4.** Caracterização da produção de massa de forragem entre híbridos de sorgo forrageiro.

**Tabela 5.** Composição química entre Híbridos de Sorgo Forrageiro em Classificações Climáticas Diferentes

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO III

**Figura 1.** Dados meteorológicos referentes ao clima 1 durante o período de cultivo de híbridos de sorgo forrageiro nos meses de novembro de 2014 a abril de 2015.

**Figura 2.** Dados meteorológicos referentes ao clima 2 durante o período de cultivo de híbridos de sorgo forrageiro nos meses de novembro de 2014 a abril de 2015.

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT – Associação brasileira de normas técnicas  
AGCC - Ácidos graxos de cadeia curta  
Al – Alumínio  
AOAC - Association of Official Analytical Chemists  
BAL – bactérias do ácido láctico  
Ca – Cálcio  
CEL – Celulose  
cm – Centímetros  
CONAB – Companhia nacional de abastecimento  
CPCE – Campus Professora Cinobelina Elvas  
CTC – Capacidade troca de cátions  
DBC – Delineamento em blocos casualizados  
EPM – Erro padrão médio  
FDA – Fibra em detergente ácido  
FDN – Fibra em detergente neutro  
FO/CO – Relação folha/colmo  
H – Hidrogênio  
Ha – Hectares  
HEMCEL – Hemicelulose  
K – Potássio  
Kg – Quilogramas  
LIG – Lignina  
m – Metros  
M.L – Metro linear  
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
MSF – Massa seca de forragem  
MVF – Massa verde de forragem  
Mg – Magnésio  
MO – Matéria orgânica  
MS – Matéria seca;  
MV – Matéria Verde  
N – Nitrogênio  
P – Fósforo  
PB – Proteína bruta  
pH – Potencial Hidrogeniônico  
SB – Soma de bases  
t ha<sup>-1</sup> – Toneladas por hectare  
Tmax – Temperatura máxima  
Tmin – Temperatura Mínima  
UFCG – Universidade Federal de Campina Grande  
UFPI - Universidade Federal do Piauí  
UR – Umidade relativa

## RESUMO GERAL

**Avaliação agronômica e composição química de híbridos de sorgo forrageiro em classificações climáticas diferentes;** Paulo Cesar Batista de Farias; Leilson Rocha Bezerra; Ricardo Loiola Edvan.

**RESUMO:** Objetivou-se determinar a caracterização agronômica e composição química entre híbridos de sorgo silageiro em regime de sequeiro, plantados em diferentes classificações climáticas, e através dos resultados apontar aquele que produz melhor sobre as condições climáticas das regiões exploradas. A pesquisa foi elaborada em dois climas diferentes, no clima 1 (Bsh) semiárido e clima 2 (Bsh) Subúmido seco, ambos no estado do Piauí. Cada ensaio constou de 20 híbridos experimentais de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench], e 3 híbridos comerciais de sorgo silageiro. Para a avaliação agronômica, foram quantificados altura total de planta, número de perfilhos por metro linear, acamamento, relações de folha/colmo (FO/CO). Em t ha<sup>-1</sup> foram avaliadas folhas, colmos, panículas, matéria morta (MM), massa verde de forragem (MVF), e de forragem seca total (MSF). Na composição química foi determinado os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEMIC) e lignina (LIG). Para as características de crescimento, houve interação ( $P < 0,05$ ) para as variáveis altura de planta, acamamento e relação folha/colmo, entre os diferentes climas e híbridos avaliadas. Para a variável número de perfilhos, houve diferença ( $P < 0,05$ ) apenas entre os híbridos. No clima 2 não houve diferença entre os híbridos ( $P = 0,05$ ) apenas para a variável acamamento. Houve interação ( $P < 0,05$ ), para produção de matéria morta e massa seca de forragem entre os diferentes climas e híbridos avaliados. Para produção de folha houve efeito ( $P < 0,05$ ) apenas para os diferentes climas. Para as características químicas, houve interação ( $P < 0,05$ ) para as variáveis MS, MO, PB, FDN, FDA, CEL, HEMIC e LIG, entre os diferentes climas e híbridos avaliados. O híbrido 870031 teve maior altura de plantas nos dois climas, com uma média de 239,1±8,7 cm no clima 1 e 168,8±8,7 cm no clima 2. Os híbridos 866005, 866019 e 866033 tiveram maiores médias de perfilhos, variando entre 11,4±7,8 a 11,7±7,8 perfilhos/metro linear. Os híbridos que tiveram maiores médias de MVF e MSF nos dois climas foram 870031, 870035, 870085 e 870095 com médias variando entre 61,5±6,3 a 72,86±6,3 t ha<sup>-1</sup> de MVT e 23,3±3,4 a 29,5±3,4 t ha<sup>-1</sup> de MSF. Os híbridos que tiveram maiores médias de PB nos dois climas foram 866005, 866019, 866033, 866034, 866037, 866040 e 870025, com médias variando de 8,4±0,86 a 11,4±0,86%. Os híbridos recomendados foram 870031, 870095 e 1F305, pois além de apresentarem altas produções de matéria verde e matéria seca, apresentaram elevada composição química principalmente em PB nas duas localidades avaliadas, demonstrando-se grande adaptabilidade a climas diferentes.

**Palavras Chaves:** Adaptação, clima, forragem, produção, silagem.

## GENERAL ABSTRACT

**Agronomic evaluation and chemical composition of forage sorghum hybrids in different climatic classifications;** Paulo Cesar Batista de Farias; Leilson Rocha Bezerra; Ricardo Loiola Edvan.

**ABSTRACT:** The objective was to determine the agronomic characterization and chemical composition among silage sorghum hybrids under rainfed conditions, planted in different climatic classifications, and through the results to point out the one that produces the best on the climatic conditions of the explored regions. The research was carried out in two different climates, in climate 1 (Bsh) semiarid and climate dry subhumid 2 (Bsh), both in the state of Piauí. Each trial consisted of 20 experimental sorghum hybrids (*Sorghum bicolor* (L.) Moench], and three commercial *Sorghum* hybrids. For agronomic evaluation, the total plant height, number of tillers per linear meter, lodging, leaf/stem ratio (FO/CO) were quantified. In  $\text{ha}^{-1}$ , leaves, stems, panicles, dead matter (MM), green forage mass (GFM), and total dry fodder (TDF) were evaluated. In the chemical composition, the contents of dry matter (DM), crude protein (CP), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose (CEL), hemicellulose (HEMIC) were determined) and lignin (LIG). For growth characteristics, there was an interaction ( $P < 0.05$ ) for the variables plant height, lodging and leaf/stem ratio, between the different climates and hybrids evaluated. For the variable number of tillers, there was a difference ( $P < 0.05$ ) only between hybrids. In climate 2 there was no difference between the hybrids ( $P = 0.05$ ) only for the lodging variable. There was interaction ( $P < 0.05$ ), for production of dead matter and dry matter of forage between the different climates and hybrids evaluated. For leaf production there was an effect ( $P < 0.05$ ) only for different climates. For the chemical characteristics, there was an interaction ( $P < 0.05$ ) for the variables DM, OM, CP, NDF, ADF, CEL, HEMIC and LIG, between the different climates and hybrids evaluated. The 870031 hybrid had higher plant height in both climates, with an average of  $239.1 \pm 8.7$  cm in climate 1 and  $168.8 \pm 8.7$  cm in climate 2. Hybrids 866005, 866019 and 866033 had higher averages tillers, ranging from  $11.4 \pm 7.8$  to  $11.7 \pm 7.8$  tillers / linear meter. The hybrids that had the highest MVF and MSF averages in both climates were 870031, 870035, 870085 and 870095 with averages ranging from  $61.5 \pm 6.3$  to  $72.86 \pm 6.3$   $\text{t ha}^{-1}$  of GFM and  $23.3 \pm 3.4$  to  $29.5 \pm 3.4$   $\text{t ha}^{-1}$  of TDF. The hybrids with the highest CP mean in both climates were 866005, 866019, 866033, 866034, 866037, 866040 and 870025, with averages ranging from  $8.4 \pm 0.86$  to  $11.4 \pm 0.86\%$ . The recommended hybrids were 870031, 870095 and 1F305, as in addition to presenting high yields of green matter and dry matter, they also showed a high chemical composition mainly in PB in the two locations evaluated, showing great adaptability to different climates.

**Keywords:** Adaptation, climate, forage, production, silage.

## INTRODUÇÃO GERAL

Vários fatores contribuem para o desenvolvimento da pecuária em todo mundo, sendo as plantas forrageiras consideradas as principais, atuando como principal fonte de alimento para os rebanhos nos diferentes sistemas de criação, tendo uma participação expressiva na produção de carne e leite, (LUCENA et al., 2019; ARAÚJO JÚNIOR et al., 2019). Em algumas regiões do planeta, a produção de forragens para os ruminantes, na sua maior parte, é proveniente do período chuvoso, havendo a necessidade de armazenamento de forragens principalmente na forma de ensilagens para ser fornecido nos períodos de estiagens. Esta tecnologia de conservação de forragem tem sido uma alternativa viável para os produtores, porém a escolha da planta precisa ser ajustada com o padrão de tecnologia da propriedade e as condições edafoclimáticas da região (QUADROS et al., 2019)

Nesse contexto, a cultura do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), tem sido utilizada nas últimas décadas no processo de ensilagem, corte verde ou pastejo direto, estando entre as principais forragens de cereais utilizadas para estes fins, em virtude da maior precocidade, alto potencial de rendimento, elevada aceitabilidade pelos animais, alta digestibilidade dos nutrientes e elevado valor nutritivo das forragens (PARMAR et al., 2019), além de ser uma espécie com altos níveis de adaptabilidade a regiões propensas à seca e possui menor exigência em fertilidade do solo em comparação ao milho (*Zea mays* L.), considerada como padrão em função do seu valor nutritivo (AHALAWAT et al., 2018).

Com isso, o sorgo apresenta-se como alternativa a forragem do milho, possuindo maior produtividade por área e valor nutricional semelhantes (SKONIESKI et al., 2010), em torno de 7% de proteína bruta (PB) na matéria seca (MS), considerado baixo principalmente para animais com alta exigência nutricional, e em sistemas de manejo onde fontes proteicas são limitadas, além de elevados teores de fibras em detergente neutro (FDN), em torno de 65% na MS, e de fibra em detergente ácido (FDA), em torno de 40% na MS, na maioria das cultivares existentes no mercado.

Em virtude da melhoria na qualidade nutricional do sorgo forrageiro e maior rendimento de massa de forragem, vários estudos tem sido feito ao longo dos anos, com o desenvolvimento de híbridos que venham a atender as exigências nutricionais dos animais e que sejam mais adaptados a diferentes tipos de climas. Sendo que o clima é, de acordo com Medeiros et al. (2013), um conjunto de elementos físicos, químicos e biológicos que caracterizam a atmosfera de um local e influenciam os seres que nele se encontram. Dentro desses elementos, a precipitação pluviométrica é um dos fatores que tem uma maior variação de um clima para outro, tanto em quantidade quanto em distribuição mensal e anual (Almeida, 2001).

O sorgo apresenta diferentes respostas em relação as variações pluviométricas existentes de um clima para o outro. Quando o suprimento de recursos hídricos se torna limitados em um determinado clima, a altura de plantas, número de perfilhos e produtividade diminuem, devido esse fenômeno interferir diretamente na fisiologia da planta (BARBOSA et al., 2019; AKINSEYE et al., 2020). Portanto, pesquisas que caracterizem agronomicamente e



nutricionalmente essa espécie forrageira, são de extrema importância, pois as mesmas proporcionam uma recomendação eficiente do que deve ser feito com a cultura do sorgo forrageiro, principalmente em regiões de clima quente. Dessa forma, este trabalho foi desenvolvido com objetivo de determinar a caracterização agrônômica e composição química entre 23 híbridos de sorgo forrageiro em regime de sequeiro, plantados em diferentes classificações climáticas, e através dos resultados apontar aquele que produz melhor sobre as condições climáticas das regiões exploradas.

Esta dissertação foi estruturada conforme as normas para elaboração de dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFCG da seguinte forma: INTRODUÇÃO GERAL; CAPÍTULO 1 - Revisão de Literatura intitulado “Cultivo de sorgo forrageiro em diferentes climas para produção animal.” elaborada de acordo com as normas da ABNT; CAPÍTULO 2 – artigo científico intitulado: “Características agrônômicas e valor nutritivo entre híbridos de sorgo forrageiro em diferentes classificações climáticas”, elaborado de acordo com as normas da revista Acta Scientiarum - Agronomy.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHALAWAT, N. K., ARYA, V. K., KUMAR, P., & SINGH, S. K. Genetic divergence in forage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Journal of Applied and Natural Science**, v. 10, n. 1, p. 439–444, 2018. doi:10.31018/jans.v10i1.1646
- AKINSEYE, F. M., AJEIGBE, H. A., TRAORE, P. C. S., AGELE, S. O., ZEMADIM, B., & WHITBREAD, A. Improving sorghum productivity under changing climatic conditions: A modelling approach. **Field Crops Research**, v. 246, p. 1-11, 2020. doi:10.1016/j.fcr.2019.107685
- ALMEIDA, H. A. de. **Probabilidade de ocorrência de chuva no Sudeste da Bahia**. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 182, 32 p. 2001.
- ARAÚJO JÚNIOR, G. DO N., GOMES, F. T., SILVA, M. J. DA, JARDIM, A. M. F. DA R., SIMÕES, V. J. L. P., IZIDRO, J. L. P. S., ... SILVA, T. G. F. da. Estresse hídrico em plantas forrageiras: Uma revisão. **Pubvet**, v. 13, n. 1, p. 1–10, 2019. doi:10.31533/pubvet.v13n01a241.1-10
- BARBOSA, M. A. M., KUKI, K. N., BENGALA, P. S. P., PEREIRA, E. DOS S., BARROS, A. F., MONTOYA, S. G., & PIMENTEL, L. D. Phenological and physiological evaluation of first and second cropping periods of sorghum and maize crops. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 00, p. 1–14, 2019. doi: 10.1111/jac.12377
- LUCENA, L., SIMPLÍCIO, J., & LEITE, M. Desenvolvimento de sorgo forrageiro submetido à aplicação de manipueira. **Agrarian Academy**, v. 6, n. 11, p. 133–144, 2019. doi:10.18677/agrarian\_academy\_2019a13
- MEDEIROS, R. M., SANTOS, D. C. DOS, SOUSA, F. DE A. S. DE, & GOMES FILHO, M. F. Análise Climatológica, Classificação Climática e Variabilidade do Balanço Hídrico Climatológico na Bacia do Rio Uruçui Preto, PI (Climatological Analysis, Classification Climate Variability and Water Balance Climatological River Basin Uruçui Preto, PI). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.6, n.4, 652 p. 2013. doi:10.26848/rbgf.v6i4.233056
- PARMAR, N. R., PATEL, M. P., & PATEL, N. B. Combining Ability Studies in Forage Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] for Yield and Quality Parameters. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 8, n. 04, p. 1439–1444, 2019. doi:10.20546/ijcmas.2019.804.168
- QUADROS, D. G. DE, TELES, E. B. de S., SANTOS, L. H. B. DOS, & ANDRADE, A. P. Características agronômicas e rendimento forrageiro de genótipos comerciais de sorgo forrageiro na região oeste da Bahia. **Revista Agraria Academica**, v. 2, n. 2, p. 45–59, 2019. doi:10.32406/v2n22019/45-59/agrariacad

SKONIESKI, F. R., NORBERG, J. L., AZEVEDO, E. B. DE, DAVID, D. B. de KESSLER, J. D., & MENEGAZ, A. L. Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 1, p. 27-32, 2010. doi:10.4025/actascianimsci.v32i1.7200

**CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA: Cultivo de sorgo forrageiro em diferentes climas para produção animal.**

Redigido de acordo com as normas da ABNT  
(<http://www.abnt.org.br/normalizacao/lista-de-publicacoes/abnt>)

## CULTIVO DE SORGO FORRAGEIRO EM DIFERENTES CLIMAS PARA PRODUÇÃO ANIMAL.

**RESUMO:** Nas regiões semiáridas, a produção de alimentos para os rebanhos se torna o maior desafio para os produtores devido às condições climáticas. Com isso, práticas de conservação de alimentos se tornam fundamentais. O sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), é uma das culturas que podem ser utilizadas para produção de silagem por ser uma planta resistente a climas adversos, devido possuir vários mecanismos de adaptação, como o metabolismo C<sub>4</sub>, que proporciona um metabolismo mais eficiente minimizando a perda de água pela regulação da abertura dos estômatos e possibilita maior tolerância a elevados níveis de radiação solar, necessitando de temperaturas superiores entre 21°C e 38°C para um bom crescimento e desenvolvimento, e com exigência hídrica de 300 a 400mm durante o ciclo. Mesmo assim, ao decorrer do tempo, tornou-se necessário o desenvolvimento de novos híbridos mais resistentes e com produções mais elevadas, mas com valores nutricionais que atendessem de forma satisfatória as necessidades dos ruminantes. Com isso, existem no mercado híbridos com produção de matéria verde podendo chegar a 68 t ha<sup>-1</sup> e produção de matéria seca de até 23, 15 t ha<sup>-1</sup>, com teores de proteína bruta passando dos 9,0%, fibra em detergente neutro inferior a 45% e fibra em detergente ácido inferior a 30% em alguns híbridos de sorgo forrageiro. Sendo assim, o sorgo forrageiro mostra-se uma excelente opção para ser utilizado em diferentes climas, com temperaturas e precipitações dentro da faixa ideal para o bom desenvolvimento do sorgo.

**Palavras chaves:** Ensilagem, forragem, produção, ruminantes.

**ABSTRACT:** In semi-arid regions, feed production for livestock becomes the biggest challenge for producers due to climatic conditions. Thus, food preservation practices become fundamental. Forage sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), is one of the crops that can be used for silage production because it is a plant resistant to adverse climates, due to having several adaptation mechanisms, such as the C<sub>4</sub> metabolism, which provides a metabolism more efficient minimizing water loss by regulating the opening of stomata and allows greater tolerance to high levels of solar radiation, requiring temperatures between 21 °C and 38 °C for high growth and development, and with water requirement of 300 to 400 mm during the cycle. Even so, over time, it became necessary to develop new, more resistant hybrids with higher yields, but with nutritional values that would satisfactorily meet the needs of ruminants. As a result, there are hybrids on the market with production of green matter that can reach 68 t ha<sup>-1</sup> and dry matter production of up to 23, 15 t ha<sup>-1</sup>, with teores of crude protein exceeding 9.0%, detergent fiber neutral less than 45% and acid detergent fiber less than 30% in some forage sorghum hybrids. Therefore, forage sorghum is an excellent option to be used in different climates, with temperatures and precipitation within the ideal range for the good development of sorghum.

**Key words:** Forage, silage, production, ruminants.

## INTRODUÇÃO

Nas regiões semiáridas, a produção de alimentos para os rebanhos se torna o maior desafio para os produtores devido às condições climáticas. Assim, os problemas causados pela sazonalidade de forragens podem ser minimizados através de práticas de conservação de alimentos (MOURA et al., 2017). Uma dessas práticas é a ensilagem, que de acordo com Okatsu et al. (2019), normalmente refere-se à preservação de culturas de alta umidade com base na conversão de carboidratos solúveis em água, principalmente açúcares em ácido lático por meio de bactérias do ácido lático (BAL) sob condições de anaerobiose causando declínio no pH suficiente para impedir a proliferação microbiana estabilizando a massa ensilada.

Para este fim são utilizadas algumas espécies forrageiras, se destacando o sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], uma importante fonte de forragem para o gado, possuindo de acordo com Bhat (2019), grande potencial de produção de biomassa mesmo sendo submetido a estresse hídrico, em alguns casos com valor nutricional da forragem comparável a forragem do milho.

A planta de sorgo tolera mais o estresse hídrico seja por déficit ou por excesso, do que a maioria dos outros cereais, a exemplo do milho, feijão, trigo, arroz e soja, podendo ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo (NASCIMENTO et al., 2014). Essas características, aliadas à sua eficiência energética e alta produtividade, permitem o cultivo em zonas áridas e semiáridas, com produção em diferentes estações e regiões (TOLENTINO et al., 2016).

Apesar do sorgo ser tolerante ao estresse hídrico, a precipitação pluviométrica é um dos fatores climáticos que tem uma maior variação de um clima para outro, tanto em quantidade quanto em distribuição mensal e anual (Almeida, 2001). Sendo assim, as respostas de produção e composição química também sofre variação em decorrência dessa característica climática ao qual o sorgo será submetido, principalmente quando plantado em regime de sequeiro, onde os índices pluviométricos não são controlados.

Por ser uma cultura adaptada a diversos ambientes, é de fundamental importância o conhecimento de suas características e potencialidades como uso forrageiro, a fim de suprir as exigências dos rebanhos nos períodos de déficit hídrico diminuindo também os custos com aquisição de alimentos para os animais. Nesse sentido está revisão objetiva transmitir informações a respeito do cultivo e uso do sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], para alimentação animal em diferentes classificações climáticas.

## **CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA, ORIGEM, E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO SORGO**

O sorgo pertence à família Poaceae, gênero *Sorghum*, e a espécie cultivada é (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) (LIMA et al., 2019). É uma planta nativa da África e tem sido o principal pilar para milhões de habitantes com recursos limitados nas áreas mais secas do mundo a exemplo da África e Ásia (MANARELLI et al., 2019),

Após sua domesticação por volta de 4000 a. C na savana oriental do Sudão, o sorgo foi distribuído para mais de 100 países diferentes em uma

variedade de ambientes e habitats e serve como um item básico em todo o mundo (VENKATESWARAN et al., 2019; VISARADA & ARUNA, 2019), sendo considerado, de acordo com Ashok et al. (2019), como a quinta colheita de cereais mais importante do planeta depois do arroz, trigo, milho e cevada, sendo responsável por 6% da produção global de cereais grosseiros no mundo, tornando-se segundo Dahlberg et al. (2011), um alimento básico para mais de 500 milhões de pessoas em mais de 30 países do mundo.

O sorgo foi introduzido no Brasil no início do século XX (DUARTE, 2010; RODRIGUES & SILVA, 2011), através dos escravos africanos, assim como foi na América do Norte e Central, com o nome de milho d'Angola ou milho guiné, sendo cultivado inicialmente na região Nordeste (FILHO et al., 2010). Porém, de acordo com Lira (1981), tornou-se no Brasil uma cultura significativamente comercial a partir da década de 70, quando a área plantada alcançou 80 mil hectares, concentrados principalmente no Rio Grande do Sul e São Paulo.

Desde então, a área plantada de sorgo no Brasil tem crescido de forma acentuada. Levantamentos da CONAB (2019), apontam que na safra de 2018/2019 tenha sido plantado uma área de 733 mil hectares, com uma produtividade média de 2.970 kg ha<sup>-1</sup> de grãos. A região com maior área plantada foi o Centro Oeste, com 310 mil hectares, e produtividade de 3.667,42 kg ha<sup>-1</sup>. A região com menor área plantada foi o Sul com 5 mil hectares cultivados, e com produtividade de 2.600 kg ha<sup>-1</sup>. No Nordeste do Brasil, apesar da área plantada ter sido superior à da região Sul, com 147 mil hectares, a produtividade foi muito inferior de 1.088, 44 kg ha<sup>-1</sup>.



Essa baixa produtividade na região Nordeste, se deve principalmente as irregularidades pluviométricas existentes nesta região, que apesar do sorgo ser uma cultura tolerante a esse fenômeno climático, (CONAB, 2013), pode sofrer redução de produtividade em situações de estresse hídrico acentuado (BATISTA et al., 2017).

### **FISIOLOGIA DO SORGO**

A resistência das plantas de sorgo a climas adversos se deve principalmente por apresentar metabolismo do tipo C<sub>4</sub>, gerando como primeiro produto da fotossíntese um composto com 4 carbonos, proporcionando um metabolismo eficiente, minimizando a perda de água por evaporação em virtude da regulação da abertura dos estômatos, e possibilitando assim maior tolerância a elevados níveis de radiação solar respondendo com altas taxas fotossintéticas (CUNHA & FILHO, 2010) e maior potencial no uso de carbono atmosférico (WAY et al., 2014).

Devido a essas características o sorgo exige uma menor quantidade de água para o seu crescimento em comparação com outras grandes culturas de cereais; por exemplo, em alguns estudos realizados, o sorgo necessitou de 332 kg de água para produzir 1 kg de matéria seca acumulada, enquanto que para o milho foi necessário 368 kg de água para produzir a mesma quantidade de forragem (REDDY et al., 2011). Por isso, segundo Reddy e Reddy (2019), o sorgo é geneticamente adequado para lugares de clima árido a semiárido, onde as condições climáticas principalmente escassez de chuvas, são impróprias para o cultivo de outras culturas alimentares, podendo ser cultivado

como duplo propósito, tanto para produção de grãos, quanto para forragens com alto valor nutritivo.

### **CLASSIFICAÇÃO DO SORGO**

O sorgo é classificado agronomicamente em 4 grupos: Granífero; forrageiro usado para silagem e/ou sacarino; forrageiro para pastejo/corte verde/fenação/cobertura morta; vassoura. O primeiro grupo inclui tipos de sorgo (híbridos e variedades) destinados para produção de grãos, geralmente de porte baixo e adaptados a colheita mecânica. O segundo grupo é composto por híbridos ou variedades apropriados para confecção de silagem e/ou produção de açúcar e álcool, geralmente de porte alto, com produtividade elevada. No terceiro grupo são utilizados variedades de capim sudão ou híbridos interespecíficos de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*, apropriados para corte verde, fenação e pastejo direto. O quarto grupo inclui tipos de sorgo que são utilizados para a confecção de vassouras utilizando-se como matéria prima as panículas (RIBAS, 2008).

### **SORGO FORRAGEIRO**

O sorgo forrageiro apresenta grande versatilidade (feno, silagem e pastejo direto), e bom valor nutritivo (COSTA et al., 2016), além de alta porcentagem de sobrevivência, e alta produção de matéria verde e seca (CUNHA & LIMA, 2010).

As principais diferenças entre as cultivares de sorgo são basicamente à altura de plantas, quantidades de colmo, folhas e panículas, refletindo na produtividade, composição bromatológica e valor nutritivo. O sorgo

granífero que tem como principal finalidade a produção de grãos, quando usado para silagem o valor nutricional da massa ensilada aumenta, porém, a produção de massa verde é baixa. Já as cultivares de sorgo forrageiro, além de apresentarem qualidade nutricional comparável à do milho, apresentam alto rendimento de massa verde de forragem, em virtude ao porte das plantas, que podem atingir de 2 a 3 metros de altura e são adaptadas para corte verde e produção de silagem (BUSO et al., 2011), sendo depois do milho a cultura mais adequada para ensilagem.

Estima-se que do total da área de sorgo cultivada no Brasil, 30% a 35% seja ocupada pela cultura de sorgo destinada para forragem. O cultivo de sorgo para produção de silagem no Brasil, surgiu a partir da introdução de variedades de porte alto, com elevada produtividade de matéria verde, onde a única preocupação dos melhoristas, residia na redução do custo da tonelada de matéria verde de silagem produzida, sem considerarem a qualidade nutricional dos materiais cultivados. Com o passar do tempo, os produtores começaram a exigir cultivares com maior produção de nutrientes por unidade de área (RODRIGUES et al., 2014), com isso, começou a ser desenvolvido e lançados no mercado híbridos com maior resistência as condições climáticas e que atendessem melhor as necessidades do produtores.

### **SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE SORGO**

A produção de híbridos de sorgo forrageiro apropriados para a confecção de silagem, não apenas com boa produtividade de matéria seca, mas também com alto valor nutritivo, se deu a partir do desenvolvimento de machos estéreis de sorgo (SOUZA et al., 2003).

Existem atualmente no mercado várias empresas produzindo híbridos e variedades de sorgo forrageiro adaptadas às diversas condições climáticas. Geralmente as variedades tem menor potencial de produção que os híbridos, especialmente em termos de grãos. A produção de massa verde dos híbridos é geralmente mais elevada, variando de 50 a 70 t há<sup>-1</sup> no primeiro corte, com boa produção na rebrota, colhendo-se de 30 a 70% do que foi colhido inicialmente, dependendo da disponibilidade de água, fertilidade do solo e temperatura (MIRANDA & PEREIRA, 2000).

Esses híbridos apresentam características agrônômicas e nutricionais diferentes, com variações quanto à produtividade e aos padrões de fermentação, resultando em forragens de diversas qualidades (PEDREIRA et al., 2003). Sendo assim, na tabela 1 temos a produção e os parâmetros nutricionais encontrados na literatura de alguns híbridos de sorgo forrageiro.

**Tabela 1.** Levantamento da produção e composição química de híbridos de sorgo forrageiro comerciais.

Híbridos de sorgo forrageiro	Produção de MV (t ha <sup>-1</sup> )	Produção de MS (t ha <sup>-1</sup> )	MS (%) MS	PB (%) MS	FDN (%) MS	FDA (%) MS	LIG (%) MS	Referências
12F38019	39,47	15,06	38,16	8,72	44,27	30,77	5,37	
VOLUMAX	52,23	19,41	37,15	7,70	44,17	26,17	6,51	Lima et al. (2017).
12F37005	49,71	23,15	46,59	7,99	55,92	33,93	7,22	
DowF305	29,597	9,778	33,00	9,51	61,72	30,63	---	Moraes et al. (2013).
BR601	68,00	18,80	33,55	5,96	66,90	34,73	4,8	Magalhaes et al. (2010);
BR700	26,10	6,87	34,71	6,44	67,43	35,30	6,28	Santos et al. (2013); Pedreira et al. (2005).
BRS610	56,45	15,14	26,36	8,19	64,02	52,77	6,08	Rezende (2013);
1F 305	56,59	19,94	33,69	7,57	67,07	54,78	7,5	Machado et al. (2012); Fernandes et al. (2007).

MV: Matéria verde; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; LIG: Lignina.

A caracterização da composição química do sorgo forrageiro é de grande importância para o melhor entendimento dos fatores morfofisiológicos

das plantas, considerados determinantes da qualidade da forragem (ALBUQUERQUE et al., 2013b). Como foi observado, os valores nutricionais e de produção variam muito de um híbrido para o outro, por isso a importância de estudos para se saber qual variedade atende melhor às necessidades de cada produtor. É de extrema importância também para nutrição animal, pois através desses dados é possível saber principalmente o potencial de digestibilidade das fibras desses alimentos, podendo ser utilizado também métodos que se assemelham a um rúmen animal.

De acordo com Staggenborg et al. (2016), o objetivo principal dessas análises é avaliar os principais componentes nutricionais que compõem a planta, como carboidratos, gorduras, proteínas, minerais e vitaminas que são disponíveis para os ruminantes para digestão e crescimento. Entre as espécies forrageiras, as gramíneas são geralmente ricas em carboidratos em comparação com leguminosas.

Para o cultivo do sorgo, assim como para qualquer outra cultura inserida num sistema de rotação e/ou sucessão, é necessário proporcionar as mínimas condições de manejo do solo para que a cultura se estabeleça e se desenvolva normalmente (ALVARENGA et al., 2003). O sorgo forrageiro é pouco exigente em fertilidade dos solos, apresentando boa tolerância a solos diversos, podendo ser cultivado satisfatoriamente desde solos argilosos até ligeiramente arenosos, porém apresenta o seu maior potencial forrageiro em solos bem preparados, planos, ricos em matéria orgânica, pH entre 5,5 e 6,5 e com umidade adequada, pois solos encharcados não são recomendados para a cultura (CUNHA & FILHO, 2010).

Além disso, de acordo com Elias et al. (2017), o sorgo apresenta uma tolerância moderada a solos salinos, podendo ser cultivado em solos com teores de sais inadequados para a grande maioria das espécies forrageiras, devido a sua capacidade adaptativa, mantendo níveis de produção satisfatórios. Esta capacidade de adaptação é bastante útil permitindo a utilização dessa espécie com rendimentos econômicos satisfatórios, sobretudo quando o cultivo em condições salinas é inevitável (AQUINO et al., 2007), principalmente em regiões onde a água de irrigação é de origem subterrânea, e que devido as característica natural do solo tem uma grande carga de sais.

Existem na literatura recomendações variadas quanto ao espaçamento entrelinhas e à densidade populacional de sorgo forrageiro (RODRIGUES et al., 2018). Com relação ao espaçamento entrelinhas o recomendado é que seja de 17 a 30 cm, com densidade de plantas entre 100 mil a 120 mil plantas/ha (GONTIJO NETO et al., 2006; RODRIGUES et al., 2014). Albuquerque et al. (2011), também recomendam densidades de até 120 mil plantas/hectare, pois segundo os autores, como o sorgo é susceptível ao tombamento, valor populacional superior proporciona um maior percentual de tombamento, aumentando as perdas de massa de forragem no momento da colheita mecânica. Porém Rodrigues (2013) recomenda espaçamentos entre linhas de 70 a 90 cm, com densidade de plantas entre 100 a 140 mil plantas/ha, para variedades de porte alto, sem o risco de tombamento das plantas.

Além da grande eficiência no uso da água, o sorgo apresenta alta responsividade à aplicação de fertilizantes (FRIAS et al., 2018),

com requerimento nutricional variando de acordo com o potencial de produção, aumentando a extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio do solo de forma linear com o aumento da produtividade, sendo que entre esses, o sorgo é mais exigente em nitrogênio e potássio, seguindo-se cálcio, magnésio e fósforo, sendo que as doses de nitrogênio e potássio, nutrientes mais extraídos pela cultura, são segmentados conforme a produtividade esperada, sendo também válido para o fósforo e, de certo modo para o enxofre (COELHO, 2007).

No sorgo forrageiro, a exportação do fósforo e nitrogênio é quase todo translocado para os grãos, seguindo-se o potássio o magnésio e o cálcio. Isso significa que a incorporação dos restos culturais do sorgo devolve ao solo parte dos nutrientes, principalmente potássio, cálcio e magnésio, contidos na palhada. Entretanto, como a planta do sorgo forrageiro é removida para alimentação animal deixando pouco resíduo, esses nutrientes não voltam para o solo através da ciclagem natural dos nutrientes, fazendo-se necessário a utilização de adubos (COELHO, 2015; ALBUQUERQUE et al., 2013a), seja eles químicos ou com adubos orgânicos, tais como, esterco animal, composto orgânico, biofertilizantes ou húmus.

### **ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA DO SORGO FORRAGEIRO**

O sorgo forrageiro pode ser cultivado em condições variáveis de climas, desde regiões semiáridas a temperadas, mostrando-se grande tolerância a estresses abióticos, tais como o estresse hídrico e altas temperaturas (TEETOR et al., 2011; ROCATELI et al., 2012).

De acordo com MAPA (2017), a temperatura do ar ótima para o desenvolvimento da cultura pode variar de acordo com a cultivar, sendo que a grande maioria dos materiais genéticos requer temperaturas variando entre 21°C a 38°C para um bom crescimento e desenvolvimento, não suportando normalmente temperaturas abaixo de 16°C, e nem superiores 38°C pois reduzem drasticamente a produtividade.

O sorgo é uma espécie tropical de dias curtos, apresentando sensibilidade ao fotoperíodo de forma substancial, ocasionando implicações importantes em sua agronomia (WOLABU & TADEGE, 2016). Portanto, maior parte do desenvolvimento ocorre em um período de duração decrescente, o que explica por que a duração de seu ciclo diminui quando a semeadura é adiada durante a estação chuvosa (SANON et al., 2014).

O sorgo forrageiro alcança níveis de produtividade satisfatório em regiões com índices pluviométricos variando entre 300 a 400 mm distribuídos regularmente durante o seu ciclo de crescimento e desenvolvimento, sem a necessidade de irrigação suplementar (FRANCISCO et al., 2017), sendo que algumas cultivares se desenvolvem com precipitação de até 150 mm/ciclo, produzindo colheitas de massa verde economicamente compensadoras (JUNIOR et al., 2019).

Com essas informações, é possível identificar quais classificações climáticas são mais adequadas para a cultura do sorgo, pois cada clima tem suas características diferentes. Por tanto, nos programas de melhoramento, é de extrema importância estudar o desempenho dos híbridos em vários ambientes, para selecionar aqueles mais adaptados e estáveis, sendo que o



uso de cultivares adaptadas aos sistemas de produção e às condições ambientais da região de cultivo, associados ao manejo adequado da cultura, constituem fatores importante para a maximização do rendimento de forragem (SILVA et al., 2016).

Por isso, a seleção de cultivares mais estáveis e com ampla adaptabilidade a regiões áridas a semiáridas é a alternativa mais viável quando se trabalha com melhoramento para locais diversos de plantio, como no caso do sorgo (ANDRADE et al., 2016). Com isso, a interação entre híbridos e climas assume papel importante na manifestação fenotípica do caráter de tolerância a seca, podendo ser contornada pela identificação de cultivares específicas para cada clima, o que é praticamente impossível, pois se torna oneroso para instituições de pesquisa, ainda correndo o risco que qualquer variação imprevista no ambiente específico faça com que tais cultivares não se mostrem mais adaptadas (MENEZES et al., 2015).

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Uma das formas que o produtor tem de contornar a falta de suporte forrageiro na época de estiagem, é através da utilização de espécies que sejam resistentes às variáveis climáticas impróprias para o cultivo da maioria das espécies forrageiras, mais que ao mesmo tempo sejam produtivas e com elevados valores nutricionais. Sendo assim, o sorgo forrageiro mostra-se uma excelente opção para ser utilizado em diferentes climas, que tem como características temperaturas e precipitações dentro da faixa ideal para o bom desenvolvimento do sorgo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. J. B., CAMARGO, R., & SOUZA, M. F. Extração de Macronutrientes no Sorgo Granífero em Diferentes Arranjos de Plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 1, p. 10–20, 2013a. doi:10.18512/1980-6477/rbms.v12n1p10-20

ALBUQUERQUE, C. J. B., JARDIM, R. R., ALVES, D. D., GUIMARÃES, A. S., & PORTO, E. M. V. 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, 2013b. doi:10.18512/1980-6477/rbms.v12n2p164-182

ALBUQUERQUE, C. J. B., PINHO, R. G. V., RODRIGUES, J. A. S., & BRANT, R, de S. Espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura do sorgo forrageiro para a região norte de Minas Gerais, **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 494–501, 2011. doi:10.1590/s1413-70542011000300009

ALMEIDA, H. A. de. **Probabilidade de ocorrência de chuva no Sudeste da Bahia**. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 182, 32 p. 2001.

ALVARENGA, R. C., CRUZ, J. C., NOVOTNY, E. H. Cultivo do Sorgo - Preparo do solo e nutrição - **Manejo do solo para o cultivo do sorgo**. Sete lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003 (Informações Técnica). Disponível em: < [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/16166/1/Com\\_89.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/16166/1/Com_89.pdf)>. Acesso em: 1 de fevereiro de 2020

ANDRADE, L. C., MENEZES, C. B., SILVA, K. J., SANTOS, C. V. EMYGDIO, B. M., TARDIN, F. D. Avaliação de produtividade, adaptabilidade e estabilidade genotípica de sorgo granífero em três ambientes. **Agropecuária Técnica**, v. 37, n1, p. 36-43, 2016.

AQUINO, A. J. S. DE., LACERDA. C. F. de., BEZERRA, M. A., Gomes Filho, E., & Costa, R. N. T. (2007). Crescimento, partição de matéria seca e retenção de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciência Do Solo**, v. 31, n. 5, p. 961–971, 2007. doi:10.1590/s0100-06832007000500013

ASHOK KUMAR, A., CIAMPITTI, I., & PRASAD, V. (2019). **Sorghum Hybrids Development for Important Traits: Progress and Way Forward. Agronomy Monographs**. doi:10.2134/agronmonogr58.2014.0059

BATISTA, P. S. C., MENEZES, C. B., CARVALHO, A. J., PORTUGAL, A. F., BASTOS, E. A., CARDOSO, M. J., ... JULIO, M. P. M. Performance of grain sorghum hybrids under drought stress using GGE biplot analyses. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 3, p. 1-12, 2017. doi:10.4238/gmr16039761

BHAT, B. V. **Breeding Forage Sorghum, Breeding Sorghum for Diverse End Uses**, p. 175–191, 2019. doi:10.1016/b978-0-08-101879-8.00011-5

BUSO, W. H. D., MORGADO, H. S., BORGES E SILVA, L., & FRANÇA, A. F. de S. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **Pubvet**, v. 5, n. 23, Ed. 170, Art. 1145, 2011. doi:10.22256/pubvet.v5n23.1145

COELHO, A. M. **Manejo da fertilidade do solo, exigências nutricionais e adubação do sorgo granífero cultivado na safrinha**. 2015. doi:10.13140/2.1.2914.3846.

COELHO, A. M. NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO, IN: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**, 3. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/32532/1/Nutricao-adubacao.pdf>>. Acesso em: 4 de janeiro de 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. V. 1, n. 1, 2013, 106 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Grãos - Série Histórica**. 2019. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-dashboard>>. Acesso em: janeiro de 2020.

COSTA, R. F., PIRES, D. A. de A., MOURA, M. M. A., RODRIGUES, J. A. S., ROCHA JÚNIOR, V. R., & TOLENTINO, D. C. <b> In situ degradability of dry matter and fibrous fraction of sorghum silage, **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v. 38, n. 2, 2016, 171 p. doi:10.4025/actascianimsci.v38i2.29576

CUNHA, E. E., & LIMA, J. M. P. de. 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. doi:10.1590/s1516-35982010000400002

CUNHA, S. P. da & FILHO, W. A. S. Avanços tecnológicos na obtenção de Etanol a partir de Sorgo Sacarino: (Sorghum Bicolor (L.) Moench). **Tecnológica**, v. 14, n. 2, p. 69-75, 2010.

DAHLBERG, J., BERENJI, J., SIKORA, V., LATKOVIĆ, D. Assessing sorghum [Sorghum bicolor (L) Moench] germplasm for new traits: food, fuels and unique uses. **Maydica**, v. 56, 2011, 8 p.

DUARTE, J. de O. Mercado e comercialização: a produção do sorgo Granífero no Brasil, In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**, 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010, (Embrapa Milho e Sorgo, Sistema de produção, 2). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27071/1/Mercado-comercializacao.pdf>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2020.

ELIAS, O. F. A. E S., LEITE, M. L. D. M. V., AZEVEDO, J. M., SILVA, J. P. S. DE S., NASCIMENTO, G. F. DO, & SIMPLÍCIO, J. B. Características

agronômicas de cultivares de sorgo em sistema de plantio direto no semiárido de Pernambuco. **Revista Ciência Agrícola**, v.14, n.1, 2017, 29 p. doi:10.28998/rca.v14i1.2318

FERNANDES, L. O., PAES, J. M. V., REIS, R. A., SOUZA, J. A., SILVA, E. A., LEDIC, I. L., FERNANDES, A. R. Avaliação de cultivares de milho e sorgo para a produção de silagem. **FAZU em Revista**, v.1, n. 4, p.48-53, 2007.

FILHO, A. R. B. V., FILHO, F. A. S., OLIVEIRA, M. J. DE S., SALES, R. de O. Composição químico-bromatológica do sorgo. **Revista Verde**, v.5, n.5, p. 110 – 124, 2010.

FRANCISCO, P. R. M., SANTOS, D., GUIMARÃES, C. L., & NETO, J. M. DE M. Aptidão climática da mandioca (*Mnioth Esculenta Crantz*) para o estado da paraíba. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 4, p. 1651–1661, 2017. doi:10.7127/rbai.v11n400582

FRIAS, D., COALHO, M., COSTA, M., & CIZANSKA, I. Produtividade e qualidade do sorgo forrageiro na região norte do paraná submetido a diferentes níveis de aduba o nitrogenada. **Revista Terra & Cultura: Cadernos De Ensino E Pesquisa**, v. 34(esp.), p. 321-332, 2018.

GONTIJO NETO, M. M., ALVARENGA, R. C., PEREIRA FILHO, I. A. CRUZ, J. C., RODRIGUES, J. A. S. **Recomenda es de densidades de plantio e taxas de semeaduras de culturas anuais e forrageiras em plantio consorciado**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006, Disponível em: <[https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19638/1/Com\\_137.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19638/1/Com_137.pdf)>. Acesso em: 01 de janeiro de 2020.

JUNIOR, S. L. DE S., HOLANDA, G. C. DANTAS, A. P. J., NASCIMENTO, M. F., NASCIMENTO, N. F. ARAUJO, H. F. P. **Componentes de rendimento para sustentabilidade produtiva de sorgo sacarino na região mais seca do Brasil**. XV Semana de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Paraíba, v. 4, n. 2, 2019, 5 p.

LIMA, I. M. A., NASCIMENTO, B. L. M., BRAZ, R. DOS S., SILVA, T. DA, C., CASTAÑON, T. H. F. M., ROMANO, D. H. DE M. Cultivo do sorgo: Eficiência de diferentes fontes de fósforo de acordo com o  ndice de equivalência de supertriplo. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Res, v. 2, n. 5, p. 1710-1716, 2019.

LIMA, L. O. B., PIRES, D. A. DE A., MOURA, M. M. A., RODRIGUES, J. A. S., TOLENTINO, D. C., & VIANA, M. C. M. <b>Agronomic traits and nutritional value of forage sorghum genotypes, **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v. 39, n. 1, 2017, 7 p. doi:10.4025/actascianimsci.v39i1.32356

LIRA, M. de A. Considera es sobre o potencial do sorgo em Pernambuco. In: **Curso de extensão sobre a cultura do sorgo**, 1980, Vitória de Santo Antão,

PE. Curso de Extensão sobre a Cultura do Sorgo. Brasília: EMBRAPA-DID, 1981. p.87-88. (IPA. Documentos, 1).

MACHADO, F., RODRÍGUEZ, N. M., RODRIGUES, J. A. S., RIBAS, M., TEIXEIRA, A. M., RIBEIRO JÚNIOR, G., ... PEREIRA, L. G. R. Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n.3, p. 711–720, 2012. doi:10.1590/s0102-09352012000300024

MAGALHÃES, R. T., GONÇALVES, L. C., BORGES, I., RODRIGUES, J. A. S., & FONSECA, J. F. 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. doi:10.1590/s0102-09352010000300034

MANARELLI, D. M., ORRICO JUNIOR, M. A. P., RETORE, M., VARGAS JUNIOR, F. M. DE SILVA, M. S. J. DA, ORRICO, A. C. A., ... NEVES, F. de O. Productive performance and quantitative carcass traits of lambs fed saccharine sorghum silage, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, e 00577, 2019 . doi:10.1590/s1678-3921.pab2019.v54,00577

MENEZES, C. B., RIBEIRO, A. S., TARDIN, F. D., CARVALHO, A. J., BASTOS, E. A., CARDOSO, M. J., ... ALMEIDA, F. H. L. Adaptabilidade e Estabilidade de Linhagens de Sorgo em Ambientes com e sem Restrição Hídrica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 1, p. 101–115, 2015. doi:10.18512/1980-6477/rbms.v14n1p101-115

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. 2017. **Sistema Integrado de Legislação**. NERI GELLER. Portaria N° 42, de 27 de julho de 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/portarias/safra-2017-2018/distrito-federal/word/port-no-42-sorgo-granifero-df.rtf>>. Acesso em: 29 de janeiro de 2020.

MIRANDA, J. E. C., & PEREIRA, J. R. **Tipos de sorgo para silagem**. (2000). In: Instrução técnica para o produtor de leite, (Embrapa Gado de Leite). Disponível em: <<http://www.almanaquedocampo.com.br/imagens/files/sorgo%20instru%C3%A7%C3%A3o%20t%C3%A9cnica%20silagem.pdf>>. Acesso em: fevereiro de 2020,

MORAES, S. D. DE., JOBIM, C. C., SILVA, M. S. da., & MARQUARDT, F. I. Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 4, p. 624–634, 2013. doi:10.1590/s1519-99402013000400002

MOURA, M. M. A., PIRES, D. A. DE A., COSTA, R. F., TOLENTINO, D. C., RIGUEIRA, J. P. S., & SALES, E. C. J. de. Nutritional value of sorghum silages,

**Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v. 39, n. 2. 2017, 137 p.  
doi:10.4025/actascianimsci.v39i2.32677

NASCIMENTO, F. M., RODRIGUES, J. G. L., FERNANDES, J. C., GAMERO, C. A., & BICUDO, S. J. Efeito de sistemas de manejo do solo e velocidade de semeadura no desenvolvimento do sorgo forrageiro. **Revista Ceres**, v. 61, n. 3, 332-337, 2014. doi: 10.1590/S0034-737X2014000300005

OKATSU, Y., SWANEPOEL, N., MAGA, E. A., & ROBINSON, P. H. Impacts of some factors that effect spoilage of silage at the periphery of the exposed face of corn silage piles. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 234–247, 2019. doi:10.1016/j.anifeedsci.2018.11.018

PEDREIRA, M. S., GIMENES, N. S., MOREIRA, A. L., REIS, R. A., BERCHIELLI, T. T. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* (L.) Moench), cultivados para produção de silagem. **ARS Veterinária**, v. 21, n. 4, p. 183-192, 2005. doi: 10.15361/2175-0106.2005v21n4p183-192

PEDREIRA, M. S., REIS, R. A., BERCHIELLI, T. T., MOREIRA, A. L., & COAN, R. M. Características agronômicas e composição química de oito híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1083–1092, 2003. doi:10.1590/s1516-3598200300050000

REDDY, B. V. S., KUMAR, A. A., RAMESH, S., & REDDY, P. S. **Sorghum Genetic Enhancement for Climate Change Adaptation. Crop Adaptation to Climate Change**, p. 326–339, 2011. doi:10.1002/9780470960929.ch23

REDDY, P. S., & REDDY, B. V. S. **History of Sorghum Improvement, Breeding Sorghum for Diverse End Uses**. p. 61–75, 2019. doi:10.1016/b978-0-08-101879-8.00004-8

REZENDE, C. F. **Comportamento de diferentes híbridos de sorgo forrageiro para a ensilagem no Município de Jataí-GO**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Goiás, regional Jataí. 2013.

RIBAS, P. M. Importância econômica. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 4, ed, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2008. (Embrapa Milho e Sorgo, Sistemas de produção, 2). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35318/1/Importancia-economica.pdf>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

ROCATELI, A. C., RAPER, R. L., BALKCOM, K. S., ARRIAGA, F. J., & BRANSBY, D. I. Biomass sorghum production and components under different irrigation/tillage systems for the southeastern U.S. **Industrial Crops and Products**, v. 36, n. 1, p. 589–598, 2012. doi:10.1016/j.indcrop.2011.11.007

RODRIGUES, J. A. S. **Produção e utilização de silagem de sorgo**. In: SIMPÓSIO AGROMINAS, 2013, Governador Valadares. O agronegócio regional em evidência. Governador Valadares: AgroMinas, 2013, 9 p.

RODRIGUES, J. A. S., TOMICH, T. R., GONÇALVES, L. C., ALBUQUERQUE, C. J. B., GUIMARÃES, A. de S., FERNANDES, L. de O., PAES, J. M. V. Sorgo forrageiro para silagem, corte e pastejo. **Informe Agropecuário**, v. 35, n. 278, p. 50-62, 2014.

RODRIGUES, L. R., & SILVA, P. R. (Org.). **Indicações técnicas para o cultivo do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul - Safras 2011/2012 e 2012/2013**, Ijuí: Fepagro e Emater; RS, 2011, 149 p.

RODRIGUES, L. S., ALVES FILHO, D. C., BRONDANI, I. L., SILVA, V. S., PAULA, P. C., ADAMS, S. M., ... MARTINI, A. P. M. Variáveis morfogênicas e estruturais de sorgo forrageiro implantado com diferentes arranjos populacionais sob pastoreio contínuo, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 1, p. 287–296, 2018. doi:10.1590/1678-4162-9286

SANTOS, R. D. DOS, PEREIRA, L. G. R., NEVES, A. L. A., RODRIGUES, J. A. S., COSTA, C. T. F., & OLIVEIRA, G. F. de. Agronomic characteristics of forage sorghum cultivars for silage production in the lower middle San Francisco Valley. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 1, p. 13-19, 2013. doi:10.4025/actascianimsci.v35i1.13072

SILVA, K. J., MENEZES, C. B., TARDIN, F. D., SILVA, A. R., CARDOSO, M. J., BASTOS, E. A., & GODINHO, V. P. C. Seleção para Produtividade de Grãos, Adaptabilidade e Estabilidade de Sorgo Granífero. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 2, p. 335–345, 2016. doi:10.18512/1980-6477/rbms.v15n2p335-345

SOUZA, V. G. DE, PEREIRA, O. G., MORAES, S. A. de, GARCIA, R., VALADARES FILHO, S. DE C., ZAGO, C. P., & FREITAS, E. V. V. Valor nutritivo de silagens de sorgo, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 753–759, 2003. doi:10.1590/s1516-35982003000300028

STAGGENBORG, S., CIAMPITTI, I., & PRASAD, V. Forage and Renewable Sorghum End. Uses. **Agronomy Monographs**. 2016. doi:10.2134/agronmonogr58.2014.0077.5

TEETOR, V. H., DUCLOS, D. V., WITTENBERG, E. T., YOUNG, K. M., CHAWHUAYMAK, J., RILEY, M. R., & RAY, D. T. Effects of planting date on sugar and ethanol yield of sweet sorghum grown in Arizona. **Industrial Crops and Products**, v. 34, n. 2, p. 1293–1300, 2011. doi:10.1016/j.indcrop.2010.09.010

TOLENTINO, D. C., RODRIGUES, J. A. S., PIRES, D. A. DE A., VERIATO, F. T., LIMA, L. O. B., & MOURA, M. M. A. The quality of silage of different

sorghum genotypes, **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v. 38, n. 2, 2016, 143 p. doi:10.4025/actascianimsci.v38i2.29030

VENKATESWARAN, K., ELANGO VAN, M., & SIVARAJ, N. **Origin, Domestication and Diffusion of Sorghum bicolor**, *Breeding Sorghum for Diverse End Uses*, p. 15–31, 2019. doi:10.1016/b978-0-08-101879-8.00002-4

VISARADA, K. B. R. S., & ARUNA, C. (2019). Sorghum: A Bundle of Opportunities in the 21st Century, **Breeding Sorghum for Diverse End Uses**, p. 1–14. doi:10.1016/b978-0-08-101879-8.00001-2

WAY, D. A., KATUL, G. G., MANZONI, S., & VICO, G. Increasing water use efficiency along the C<sub>3</sub> to C<sub>4</sub> evolutionary pathway: A stomatal optimization perspective. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, n. 13, p. 3683– 3693, 2014. doi:10.1093/jxb/eru205



**CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E VALOR NUTRITIVO  
ENTRE HÍBRIDOS DE SORGO FORRAGEIRO EM CLASSIFICAÇÕES  
CLIMÁTICAS DIFERENTES**

Redigido de acordo com as normas da revista Acta Scientiarum - Agronomy  
(<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/about/submissions>)

## Características agronômicas e valor nutritivo entre híbridos de sorgo forrageiro em classificações climáticas diferentes

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi caracterizar agronomicamente e quimicamente 23 híbridos de sorgo forrageiro em regime de sequeiro, plantados em diferentes classificações climáticas, comparando os híbridos e apontando aquele que melhor produz em cada tipo de clima estudado. A pesquisa foi elaborada em dois climas diferentes, no clima 1 (Bsh) semiárido quente e clima 2 (Bsh) Subúmido seco, ambos no estado do Piauí. Cada ensaio constou de 20 híbridos experimentais de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), e 3 híbridos comerciais de sorgo silageiro. Para a avaliação agronômica, foram quantificados altura total de planta, número de perfilhos por metro linear, acamamento, relações de folha/colmo (FO/CO). Em t ha<sup>-1</sup> foram avaliadas folhas, colmos, panículas, matéria morta (MM), massa verde de forragem (MVF), e massa seca de forragem (MSF). Na composição química foi determinado os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEMIC) e lignina (LIG). Para as características de crescimento, houve interação ( $P < 0,05$ ) para as variáveis altura de planta, acamamento e relação folha/colmo, entre os diferentes climas e híbridos avaliadas. Para a variável número de perfilhos, houve diferença ( $P < 0,05$ ) apenas entre os híbridos. No clima 2 não houve diferença entre os híbridos ( $P = 0,05$ ) apenas para a variável acamamento. Houve interação ( $P < 0,05$ ), para produção de matéria morta e massa seca de forragem entre os diferentes climas e híbridos avaliados. Para produção de folha houve efeito ( $P < 0,05$ ) apenas para os diferentes climas. Para as características químicas, houve interação ( $P < 0,05$ ) para as variáveis MS, MO, PB, FDN, FDA, CEL, HEMIC e LIG, entre os diferentes climas e híbridos avaliados. O híbrido 870031 teve maior altura de plantas nos dois climas, com uma média de 239,1±8,7 cm no clima 1 e 168,8±8,7 cm no clima 2. Os híbridos 866005, 866019 e 866033 tiveram maiores médias de perfilhos, variando entre 11,4±7,8 a 11,7±7,8 perfilhos/metro linear. Os híbridos que tiveram maiores médias de MVF e MSF nos dois climas foram 870031, 870035, 870085 e 870095 com médias variando entre 61,5±6,3 a 72,86±6,3 t ha<sup>-1</sup> de MVT e 23,3±3,4 a 29,5±3,4 t ha<sup>-1</sup> de MSF. Os híbridos que tiveram maiores médias de PB nos dois climas foram 866005, 866019, 866033, 866034, 866037, 866040 e 870025, com médias variando de 8,4±0,86 a 11,4±0,86%. Os híbridos recomendados foram 870031, 870095 e 1F305, pois além de apresentarem altas produções de matéria verde e matéria seca, apresentaram bons valores nutricionais nas duas localidades avaliadas, demonstrando-se grande adaptabilidade a climas diferentes.

**Palavras Chaves:** Adaptação, clima, forragem, produção, silagem.

### INTRODUÇÃO

A escassez hídrica em determinadas épocas do ano, fator característico de climas tropicais, afeta não apenas a produção agrícola, mais também a produção de forragem dificultando a manutenção da produção animal devido à baixa oferta de forragens, principalmente quando o cultivo é em condições de sequeiro, aumentando as perdas de produção principalmente quando são utilizadas espécies que não são adaptadas ao déficit

hídrico. Com isso, é importante alternativas que contornem esta problemática, buscando-se o cultivo de espécies forrageiras resistentes ao estresse hídrico como o sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], reduzindo a sazonalidade da produção forrageira, permitindo produzir forragem suficiente para alimentar os animais durante todo o ano bem como aumentar a pressão de pastejo pela maior disponibilidade de alimentos.

Com origem na África, o sorgo é adaptado para crescer em ambientes áridos e semiáridos (Hmielowski, 2017; Manarelli et al., 2019). Por ser uma planta com metabolismo C<sub>4</sub> possui alta capacidade fotossintética com grande potencial inerente de produção de biomassa. Sua tolerância à seca e alta temperatura, além da adaptação à baixa fertilidade inerente ao solo tornam a lavoura progressivamente mais relevante para a segurança alimentar diante das mudanças climáticas (Abdelhalim, Kamal, & Hassan, 2019), possui alta produtividade em sistemas de produção em comparação com o milho (*Zea mays* (L)). O sorgo pode ser plantado em sucessão a outras culturas, o que pode permitir uma segunda colheita em uma única estação de crescimento, tendo alta capacidade de rebrota, em torno de 30 a 70% do que foi colhido no primeiro corte (Pino & Heinrichs, 2017). Além disso, tem boa adaptação à mecanização, e grande versatilidade (feno, silagem e pastagem direta), e fácil adaptação às regiões mais secas, com produção em diferentes regiões (Costa et al., 2016).

O sorgo forrageiro é, depois do milho a segunda gramínea mais utilizada na alimentação animal na forma de silagem, por apresentar maior produção por área colhida e valores nutritivos semelhantes na grande maioria dos genótipos e híbridos comercializados atualmente, com cerca de 7% de proteína bruta (PB) com base na matéria seca (MS), e rico em fibras em detergente neutro (FDN), em torno de 65% na MS e fibra em detergente ácido (FDA), em torno de 40% na MS (Angadi et al., 2016).

Com o objetivo de melhorar a qualidade nutricional, aumentar a produção e resistência climática do sorgo forrageiro, nos últimos anos novos híbridos foram desenvolvidos, com maior teor de PB, redução na lignificação, aumentando-se a digestibilidade e o aproveitamento das fibras, além de maior adaptabilidade em climas quentes e secos (Kljak, Pino, & Heinrichs, 2017). Sendo assim, a escolha do genótipo apropriado é fundamental para estabelecer um sistema de produção eficiente (Pinho et al., 2015), que reduza as perdas por variação climáticas.

Aliado a escolha da melhor variedade, o fator ambiente que envolve precipitação, temperaturas máximas e mínimas e radiação solar, foge do controle humano, no entanto tem um papel importante no comportamento da cultura. É um definidor tanto na época de plantio, quanto na produtividade e composição química, pois tem uma influência muito grande na

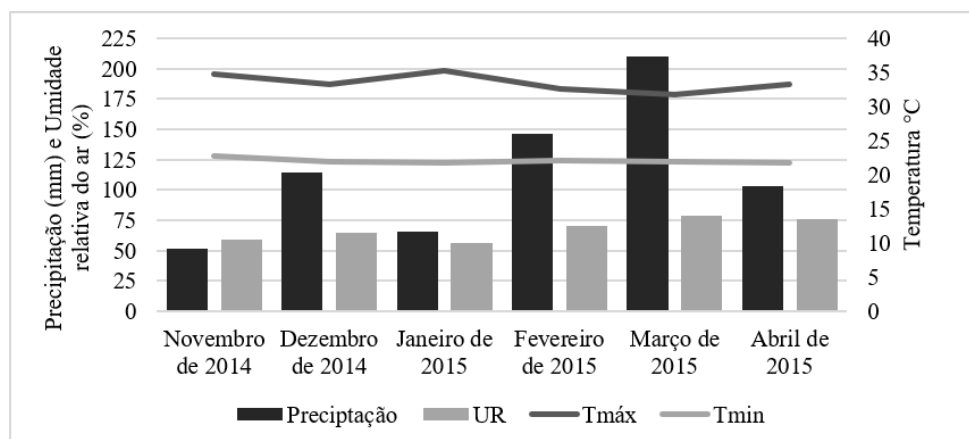
fisiologia da planta (Akinseye et al., 2020). Segundo Wolabu e Tadege (2016), isso ocorre principalmente porque o sorgo é uma planta para dias curtos e a variação na resposta ao fotoperíodo e à temperatura determina sua adequação à ampla gama de ambientes diferentes a qual é cultivado. Portanto, maior parte do desenvolvimento ocorre em um período de duração decrescente, o que explica por que a duração de seu ciclo diminui quando a semeadura é adiada durante a estação chuvosa (Sanon et al., 2014).

O principal problema na produção de forragem de sorgo é a falta de variedades de alto rendimento, fertilização desequilibrada dos solos e falta de conhecimento da tecnologia de produção de sorgo (Sher et al., 2016). Portanto pesquisas são essenciais para a caracterização agronômica e nutricional desses híbridos, proporcionando uma recomendação mais precisa para as mais diversas utilidades nos sistemas de produção, principalmente em regiões de clima quente. Dessa forma, este trabalho foi desenvolvido com objetivo de caracterizar agronomicamente e quimicamente 23 híbridos de sorgo forrageiro em regime de sequeiro, plantados em diferentes classificações climáticas, comparando os híbridos e apontando aquele que melhor produz sobre as condições climáticas da região explorada.

## MATERIAL E MÉTODOS

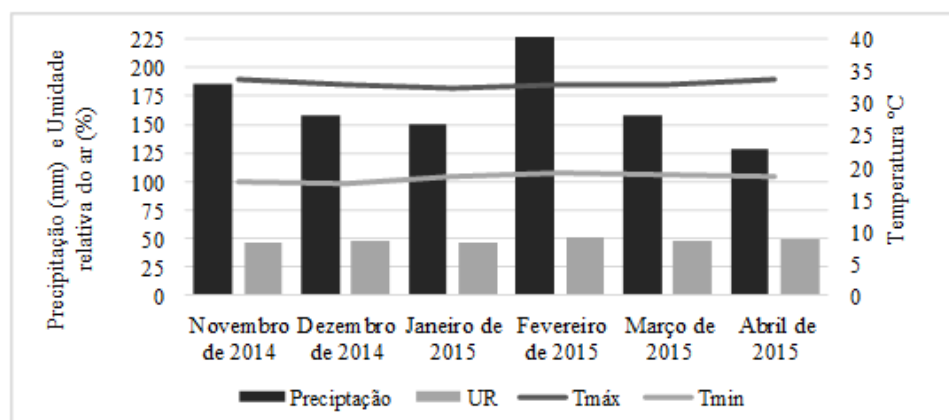
### Localização

O experimento foi conduzido em dois climas diferentes, de acordo com Medeiros et al. (2013). Clima 1 (Bsh) semiárido quente, com chuvas de verão e inverno seco, caracterizado por apresentar de acordo com Gurgel et al. (2018), precipitações médias entre 400 a 600mm ano<sup>-1</sup>, localizado no município de Alvorada do Gurgueia, Piauí, Brasil com coordenada 08°25'28" S e 43°46'38" W, com 281m de altitude. Dados da precipitação e temperatura média durante período de cultivo dos híbridos de sorgo que foi de 15 de novembro de 2014 a 17 de abril de 2015 encontra-se na Figura 1.



**Figura 1.** Dados meteorológicos referentes ao clima 1 durante o período de cultivo de híbridos de sorgo forrageiro nos meses de novembro de 2014 a abril de 2015. Fonte: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Estação: 82870 - Vale do Gurgueia Cristino Castro, PI.

Clima 2 (Bsh) subúmido seco, caracterizado por apresentar de acordo com Gurgel et al. (2018), precipitações médias entre 600 a 800 mm ano<sup>-1</sup>, sendo considerado como faixa de transição entre Tropical Típico e o Semiárido, localizado no município de Bom Jesus, Piauí, Brasil, com coordenadas 09°04'28" S e 44°21'31" W, com 277m de altitude, apresentando temperatura máxima de 36°C e mínima de 18°C, (Andrade Junior et al. 2004). Os dados referentes a precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e temperatura máxima e mínima durante o período experimental de novembro de 2014 a abril de 2015 podem ser observados na Figura 2.



**Figura 2.** Dados meteorológicos referentes ao clima 2 durante o período de cultivo de híbridos de sorgo forrageiro nos meses de novembro de 2014 a abril de 2015. Fonte: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Estação: 82975 - Bom Jesus, PI.

### Híbridos testados e delineamento experimental

Cada ensaio constou de 20 híbridos experimentais de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] designados pelos códigos (866005, 866019, 866033, 866034, 866035, 866037, 866040, 866041, 866042, 866043, 866044, 870025, 870031, 870035, 870041, 870051, 870067, 870081, 870085, 870095), e 3 híbridos comerciais de sorgo silageiro (BRS 610, XBS60329, e 1F305), ambos desenvolvidos e fornecidos pela Embrapa Milho e Sorgo.

O delineamento utilizado foi em blocos inteiramente casualizados (DBC), com três repetições em esquema fatorial (2 × 23), sendo dois tipos de climas e 23 híbridos de sorgo.

## Área experimental, adubação e plantio

Em cada ensaio, foi utilizada uma área de 620 m<sup>2</sup>, sendo dividida em 75 parcelas de 4 m<sup>2</sup> cada (2 m × 2 m), totalizando uma área de 1240 m<sup>2</sup> e 150 parcelas nos dois ensaios, com espaçamento entre linhas de 0,50 m totalizando em 5 linhas por parcelas e 2,00 m entre blocos não cultivados. Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solos das duas localidades, para análise e caracterização química na camada de 0-20 cm, realizadas no Centro de Análise de Solo do CPCE/UFPI, na cidade do Bom Jesus, Piauí, Brasil.

O solo experimental do clima 1 apresentou pH em água = 5,78; fósforo (P) = 9,6 mg dm<sup>-3</sup>; potássio (K) = 21,19 mg dm<sup>-3</sup>; cálcio (Ca) = 2,4 cmol dm<sup>-3</sup>; magnésio (Mg) = 0,6 cmol dm<sup>-3</sup>; alumínio (Al) = 0,0 cmol dm<sup>-3</sup>; hidrogênio + alumínio (H+Al) = 3,5 cmol dm<sup>-3</sup>; soma de bases (SB) = 3,1 cmol dm<sup>-3</sup>; CTC efetiva (t) = 3,1 cmol dm<sup>-3</sup>; CTC em pH 7,0 (T) = 6,5 cmol dm<sup>-3</sup>; saturação de bases (V) = 46,8%, saturação por alumínio (m) = 0,0% e matéria orgânica (MO) = 0,0%. De acordo com essas análises, foram aplicados 40 kg de fósforo ha<sup>-1</sup> (superfosfato simples) e 60 kg de potássio ha<sup>-1</sup> (cloreto de potássio) e 40 dias após o plantio aplicou-se 70 kg de nitrogênio (N) ha<sup>-1</sup> na forma de ureia (45% de N).

O solo da área experimental do clima 2 apresentou pH em água = 5,40; P = 29,6 mg dm<sup>-3</sup>; K = 84 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 2,8 cmol dm<sup>-3</sup>; Mg = 1,2 cmol dm<sup>-3</sup>; Al = 0,1 cmol dm<sup>-3</sup>; H+Al = 3,3 cmol dm<sup>-3</sup>; SB = 4,32 cmol dm<sup>-3</sup>; t = 4,32 cmol dm<sup>-3</sup>; T = 7,52 cmol dm<sup>-3</sup>; V = 56,09%; m = 2,32% e MO = 0,0%. A adubação de base foi constituída pela aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia (45% de N), 50 kg ha<sup>-1</sup> de potássio na forma de cloreto de potássio (48% de K<sub>2</sub>O), e 30 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo na forma de superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Em ambos os solos da localidade do clima 1 e 2 não foi necessário realizar correção com base na saturação de bases do solo, conforme as análises e exigência da cultura para regiões segundo a recomendações de Sousa e Lobato (2004). O plantio foi feito no início do período chuvoso, e as sementes foram distribuídas em sulcos com profundidades de aproximadamente 3 cm em quantidade de 14 sementes por metro linear objetivando uma população final de 140.000 plantas ha<sup>-1</sup>, de acordo com recomendações de Rodrigues (2013).

## Procedimentos de avaliação das características agronômicas

As avaliações e colheita das plantas foram realizadas em mesmo estágio fenológico quando os grãos se encontravam farináceo (Tabela 1 e Tabela 2). Neste estágio realizou-se o corte a uma altura de 10 cm do solo descartando as linhas laterais consideradas como bordas, utilizando para as avaliações as plantas da área útil de cada parcela (2 m lineares centrais).

**Tabela 1.** Período de cultivo dos híbridos de sorgo forrageiro no ambiente de clima 1.

Híbridos	Plantio	Corte	Idade (dias)
866034, 866035, 866043, 866044, 870025, 870081	15/11/2014	24/02/2015	101
866033, 866037, 866040, 1F305	15/11/2014	14/03/2015	119
866005, 866019, 866041, 866042, 870031, 870035, 870041, 870051, 870067, 870085, 870095, BRS 610, XBS60329	15/11/2014	17/04/2015	153

**Tabela 2.** Período de cultivo dos híbridos de sorgo forrageiro no ambiente de clima 2.

Híbridos	Plantio	Corte	Idade (dias)
866005, 866019, 866034, 866035	10/11/2014	11/03/2015	121
866037, 866040	10/11/2014	26/03/2015	136
866033, 866041, 866042, 866043, 866044, 870025, 870031, 870035, 870041, 870051, 870067, 870081, 870085, 870095, 1F305, BRS 610, XBS60329	10/11/2014	09/04/2015	150

Foram avaliados altura total de planta, número de perfilhos por metro linear, acamamento, relações de folha/colmo (FO/CO). Em  $t\ ha^{-1}$  foram avaliadas folhas, colmos, panículas, matéria morta (MM), massa verde de forragem (MVF), e pôr fim a massa seca de forragem (MSF).

O número de perfilhos por metro linear foi obtido por meio da média do número de plantas total e perfilho da área útil. Para altura, considerou-se altura média de cinco plantas escolhidas aleatoriamente e medidas com fita métrica. As plantas presentes dentro da área útil foram cortadas e pesadas em uma balança de precisão, obtendo-se a massa verde.

Para características morfológicas selecionou-se duas plantas da área útil, das quais foram separados folhas, colmos, matéria morta e panículas, pesadas individualmente obtendo-se o peso verde. As amostras foram levadas para estufa de ventilação forçada a  $55^{\circ}C$ , permanecendo por 72 h obtendo-se assim o peso seco, conforme proposto por AOAC (1990), em seguida foi realizada a quantificação das características morfológicas de produtividade em  $t\ ha^{-1}$ .

### **Avaliação da Composição química**

As plantas foram processadas em uma forrageira estacionária obtendo tamanhos de aproximadamente 2 cm, das quais retirou-se uma amostra composta de aproximadamente 400g, acondicionadas em sacos de papel para proceder a pré-secagem em estufa de ventilação forçada a  $55^{\circ}C$  por 72 h (AOAC 1990), em seguida as amostras foram submetidas a moagem

em moinho "Willey", utilizando-se peneira de 1mm e acondicionadas em recipientes com tampas.

Foram usados métodos descritos pela AOAC (1990), na determinação dos teores de matéria seca (MS) em estufa sem circulação forçada de ar a 105°C (MS, método nº 967,03), proteína bruta (PB) em aparelho destilador de nitrogênio, método de Kjeldahl (PB, método nº 981,10), cinzas (método nº 942,05). Os teores de matéria orgânica foram obtidos por diferença dos valores encontrados para as cinzas.

Para fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) utilizou-se o método de Van Soest et al. (1991), usando sacos de tecido-não-tecidos conforme recomendações de Detmann et al. (2012) e autoclave conforme Senger et al. (2008). Para análise de FDN adicionou-se três gotas (50 µL) de  $\alpha$ -amilase em cada amostra na solução de detergente e água, seguindo as recomendações propostas por Van Soest et al. (1991). As avaliações de celulose (CEL), hemicelulose (HEMCEL) e lignina (LIG), foram feitas pelo método sequencial também segundo recomendações de Van Soest et al. (1991).

### **Análise estatística**

O delineamento experimental utilizado foi o DBC, com três repetições em esquema fatorial (2 × 23), sendo dois tipos de climas e 23 híbridos de sorgo.

Os dados foram submetidos a análise de variância e analisados pelo teste Scott-Knot ao nível de significância de  $P < 0.05$ , utilizando o software SISVAR versão 5.0 (Ferreira, 2011). O modelo estatístico adotado foi:

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

Em que:

$Y_{ik}$  = Observação do híbrido  $i$ , na repetição  $k$ ;

$\mu$  = média geral;

$H_i$  = efeito do híbrido  $i$ , com  $i = 1, 2, 3 \dots 23$ ;

$B_j$  = efeito do bloco  $k$ , onde  $k = 1, 2$  e  $3$ ;

$e_{ik}$  = erro experimental associado aos valores observados ( $Y_{ik}$ ).

## **RESULTADOS**

### **Características de crescimento**

Para as características de crescimento (Tabela 3), houve interação ( $P < 0,05$ ) para as variáveis altura de planta, acamamento e relação folha/colmo, entre os diferentes climas e híbridos avaliadas. Para a variável número de perfilhos, houve diferença ( $P < 0,05$ ) apenas



entre os híbridos. Não houve diferença entre os híbridos ( $P = 0,05$ ) apenas para a variável acamamento do clima 2.

**Tabela 3.** Características de crescimento entre híbridos de sorgo forrageiro.

Híbridos	Alt. Planta <sup>1</sup> (cm)		Perfilhos (M. L.) <sup>4</sup>	Acamamento (%)		FO/CO <sup>5</sup> (%)	
	---Clima---			---Clima---		---Clima---	
	1 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>		1 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>	1 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>
866005	180,7Ca	154,7Ab	11,7A	9,0Ca	0,0Aa	0,2Ca	0,2Aa
866019	186,7Ca	173,7Aa	11,7A	24,5Ba	0,0Ab	0,2Ca	0,1Ba
866033	176,5Ca	160,3Aa	11,4A	20,8Ba	0,0Ab	0,3Ba	0,2Ab
866034	205,0Ba	167,0Ab	9,5B	8,9Ca	0,0Aa	0,2Ca	0,2Ba
866035	200,0Ba	141,2Ab	8,2C	5,9Ca	3,0Aa	0,2Ca	0,2Aa
866037	169,9Da	165,3Aa	7,0C	3,0Ca	14,3Aa	0,3Ca	0,2Aa
866040	150,7Da	143,9Aa	7,5C	0,0Ca	0,0Aa	0,3Ba	0,2Aa
866041	213,3Ba	171,9Ab	7,6C	20,3Ba	2,4Ab	0,2Ca	0,2Ba
866042	185,7Ca	157,5Ab	8,1C	4,2Ca	3,9Aa	0,4Aa	0,2Ab
866043	206,2Ba	163,3Ab	8,6C	22,9Ba	3,3Ab	0,3Ba	0,2Aa
866044	198,7Ba	153,2Ab	6,5C	35,3Aa	0,0Ab	0,2Ca	0,2Aa
870025	179,1Ca	158,5Aa	6,3C	0,0Ca	0,0Aa	0,2Ca	0,2Aa
870031	239,1Aa	168,8Ab	6,2C	11,9Ca	0,0Aa	0,2Ca	0,1Ba
870035	181,9Ca	155,7Ab	7,0C	40,9Aa	1,7Ab	0,4Aa	0,1Bb
870041	189,0Ca	170,2Aa	9,1B	50,0Aa	9,8Ab	0,1Ca	0,2Ba
870051	186,6Ca	172,5Aa	8,7B	22,5Ba	0,0Ab	0,2Ca	0,1Ba
870067	202,5Ba	161,4Ab	6,8C	17,4Ca	0,0Ab	0,4Aa	0,2Ab
870081	167,4Da	160,8Aa	6,8C	2,8Ca	0,0Aa	0,4Aa	0,2Ab
870085	223,4Aa	164,5Ab	7,0C	4,4Ca	0,0Aa	0,3Ba	0,1Bb
870095	186,4Ca	157,3Ab	7,9C	4,2Ca	7,4Aa	0,2Ca	0,1Ba
1F305	174,9Ca	179,7Aa	8,5C	5,9Ca	4,2Aa	0,2Ca	0,2Ba
BRS 610	203,0Ba	138,9Ab	9,2B	7,7Ca	0,0Aa	0,2Ca	0,2Ba
XBS60329	154,3Da	106,9Bb	9,7B	8,0Ca	2,4Aa	0,4Aa	0,1Bb
Clima							
1	-	-	8,3A	-	-	-	-
2	-	-	8,5A	-	-	-	-
<i>P- Valor</i>							
Híbridos	<0,01		<0,01	<0,01		<0,01	
Clima	<0,01		0,48	<0,01		<0,01	
Híbr. × Clim.	<0,01		0,21	<0,01		<0,01	
EPM <sup>6</sup>	8,7	8,7	7,8	4,9	4,9	0,03	0,03

<sup>1</sup>Alt. Planta: Altura de planta; <sup>2</sup>Clima 1: Semiárido; <sup>3</sup>Clima 2: Subúmido seco; <sup>4</sup>M. L: metro linear; <sup>5</sup>FO/CO; folha/colmo; <sup>6</sup>EPM: erro padrão médio. Letras maiúsculas nas colunas comparam os híbridos dentro do agrupamento e minúsculas nas linhas comparam os climas. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo procedimento Scott-Knot, ao nível de significância de  $P < 0,05$ , e letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo procedimento Scott-Knot, ao nível de significância de  $P < 0,05$ .

Em relação à altura das plantas, os híbridos 870031 e 870085 agruparam com maiores valores médios nos dois climas investigados, sendo que os mesmos apresentaram médias de

223,4±8,7 e 239,1±8,7 cm no clima 1. Os híbridos 866034, 866035, 866041, 866043, 866044, 870067 e BRS 610 formaram um segundo grupo com valores médios variando de 198,7±8,7 a 213,3±8,7 cm. Os híbridos 866005, 866019, 866033, 866042, 870025, 870035, 870041, 870051, 870095 e 1F305, formaram o terceiro grupo com valores médios variando de 176,5±8,7 a 189±8,7 cm. Os híbridos 866037, 866040, 870081 e XBS60329 agruparam-se apresentaram altura menor que 176,5±8,7 cm. No clima 2, vinte e dois híbridos formaram um grupo com maiores médias de altura de planta, variando de 141,2 ±8,7 a 179,7 ±8,7 cm. O híbrido XBS60329 apresentou menor média com 106,9±8,7 cm. Nenhum híbrido apresentou maiores médias de altura de planta semelhantes nos dois climas.

O número de perfilhos variou 6,2±7,8 a 11,7±7,8 perfilhos por metro linear (perfilhos/M. L), os que apresentaram maiores médias foram os híbridos 866005, 866019 e 866033 com valores médios de variando de 11,4±7,8 a 11,7±7,8 perfilhos/M. L respectivamente. Os híbridos 866034, 870041, 870051, BRS 610, XBS60329 agruparam-se em um segundo grupo com médias variando de 8,7±7,8 a 9,7±7,8 perfilhos/M.L. Os híbridos 866035, 866037, 866040, 866041, 866042, 866043, 866044, 870025, 870031, 870035, 870067, 870081, 870085, 870095 1F305, agruparam com menores médias, variando entre 6,2±7,8 a 8,6±7,8 perfilhos/M. L. A média do número de perfilhos/M. L, entre os dois climas não diferiram significativamente ( $P=0,05$ ).

No clima 1, os híbridos 866044, 870035 e 870041 formaram um grupo com maiores porcentagens de acamamento, com valores de médios variando de 35,3±4,9 a 50±4,9%. Os híbridos 866019, 866033, 866041, 866043 e 870051 formaram um grupo, com valores médios variando de 20,3±4,9 a 24,5±4,9% de acamamento. Os demais híbridos 866005, 866034, 866035, 866037, 866040, 870025, 870031, 870067, 870081, 870085, 870095, 1F305, BRS 610 e XBS60329, formaram um grupo com valores médios variando de 0±4,9 a 17,4±4,9% de acamamento. No clima 2 todos os híbridos formaram um único grupo com valores médios variando de 0±4,9 a 14,3±4,9% de acamamento. Nenhum híbrido apresentou maiores médias de acamamento semelhantes nos dois climas.

No clima 1, os híbridos 866042, 870035, 870067, 870081 e XBS60329 agruparam-se com maiores valores médios de 0,4±0,03% de FO/CO. Os híbridos 866033, 866040, 866043 e 870085 formaram um grupo com valores médios de 0,3±0,03% de FO/CO. Os demais híbridos formaram um grupo com valores médios abaixo de 0,3±0,03% FO/CO. No clima 2, os híbridos 866005, 866033, 866035, 866037, 866040, 866042, 866043, 866044, 870025, 870067 e 870081 agruparam-se com maior relação de FO/CO, com uma média de 0,2±0,03%. Os demais híbridos formaram um grupo com valor médio de 0,1±0,03% de

FO/CO. Os híbridos avaliados não apresentaram maiores médias de relação FO/CO semelhantes nos dois climas.

### **Produção de massa de forragem fracionada e total**

Houve interação ( $P < 0,05$ ), para produção de matéria morta e massa seca de forragem entre os diferentes climas e híbridos avaliados. Para produção de folha houve efeito ( $P < 0,05$ ) apenas para os diferentes climas. A produção de colmo e panícula dos sorgos apresentaram efeitos isolados para o clima ( $P < 0,01$ ) e híbridos ( $P < 0,01$ ). Para a produção de massa verde de forragem houve diferença ( $P < 0,01$ ) apenas entre os híbridos (Tabela 4). Para a variável folha todos os híbridos formaram um único grupo, com valores médios variando de  $4,9 \pm 1,8$  a  $12,9 \pm 1,8$  t ha<sup>-1</sup>. O clima 1 obteve maior valor médio com  $8,2 \pm 1,8$  t ha<sup>-1</sup>, enquanto que no clima 2 o valor médio foi de  $6,4 \pm 1,8$  t ha<sup>-1</sup>.

O híbrido 870031 apresentou maior produção de colmo, com valor médio de  $62,3 \pm 4,2$  t ha<sup>-1</sup>. Os híbridos 866043, 870035, 870041, 870051, 870085 e 870095 formaram um grupo com valores médios variando de  $40,2 \pm 4,2$  a  $44,7 \pm 4,2$  t ha<sup>-1</sup>. Em um terceiro grupo os híbridos 866019, 866033, 866034, 866035, 1F305, BRS 610 apresentaram valores médios variando de  $33,4 \pm 4,2$  a  $36,7 \pm 4,2$  t ha<sup>-1</sup>. Os demais híbridos 866005, 866037, 866040, 866041, 866042, 866044, 870025, 870067, 870081 e XBS60329 agruparam-se com os menores valores médios, variando de  $22 \pm 4,2$  a  $34 \pm 4,2$  t ha<sup>-1</sup>. O clima 2 apresentou uma maior média de colmo, com um valor de  $36,9 \pm 4,2$  t ha<sup>-1</sup>, enquanto que no clima 1 foi de  $29,8 \pm 4,2$  t ha<sup>-1</sup>.

Para a produção de panícula, os híbridos 866043, 870031, 870035, 870081 e 870095 foram agrupados com maiores valores médios, variando de  $6,6 \pm 0,9$  a  $9,0 \pm 0,9$  t ha<sup>-1</sup>. Os demais híbridos agruparam-se com menores médias variando de  $3,3 \pm 0,9$  a  $5,8 \pm 0,9$  t ha<sup>-1</sup>. O clima 2 apresentou um maior valor médio de  $6,4 \pm 0,9$  t ha<sup>-1</sup>, enquanto que no clima 1 foi de  $4,2 \pm 0,9$  t ha<sup>-1</sup>.

No clima 1, os híbridos 870035, 870041, 870051, 870085, 870095 e 1F305 agruparam-se com maiores médias de matéria morta, variando de  $2,8 \pm 0,5$  a  $3,8 \pm 0,5$  t ha<sup>-1</sup>. Os demais híbridos formaram um grupo com médias variando de  $0,7 \pm 0,5$  a  $2,1 \pm 0,5$  t ha<sup>-1</sup>. No clima 2 todos os híbridos agruparam-se com médias semelhantes ( $P = 0,01$ ), variando de  $0,3 \pm 0,5$  a  $2 \pm 0,5$  t ha<sup>-1</sup>. O híbrido 870035 apresentou maior média de matéria morta, sem diferença significativa ( $P = 0,05$ ) nos dois climas, com valores de  $2,0 \pm 0,5$  no clima 1 e  $2,9 \pm 0,5$  t ha<sup>-1</sup> no clima 2.

**Tabela 4.** Caracterização da produção de massa de forragem entre híbridos de sorgo forrageiro.

Híbridos	Folha	Colmo	Panícula	MM <sup>2</sup> na MV <sup>1</sup> (t ha <sup>-1</sup> )		MVF <sup>5</sup> (t ha <sup>-1</sup> )	MSF <sup>6</sup> (t ha <sup>-1</sup> )	
	na MV <sup>1</sup> (t ha <sup>-1</sup> )	na MV <sup>1</sup> (t ha <sup>-1</sup> )	na MV <sup>1</sup> (t ha <sup>-1</sup> )	---Clima---			---Clima---	
				1 <sup>3</sup>	2 <sup>4</sup>		1 <sup>3</sup>	2 <sup>4</sup>
866005	4,9A	27,7D	3,7B	1,5Aa	2,0Ba	39,1B	11,6Ba	16,2Ba
866019	5,9A	33,5C	3,7B	1,3Aa	1,5Ba	44,8B	19,3Aa	11,5Ba
866033	8,7A	33,4C	3,6B	1,9Aa	0,7Ba	51,3A	20,0Aa	17,1Ba
866034	6,5A	33,7C	4,9B	1,6Aa	0,8Ba	48,2A	22,4Aa	11,7Bb
866035	8,7A	34,8C	5,5B	0,6Aa	0,8Ba	51,1A	25,8Aa	8,9Bb
866037	5,9A	25,6D	3,3B	0,3Ab	1,9Ba	36,6B	11,0Ba	14,5Ba
866040	6,7A	25,6D	4,6B	0,6Aa	0,7Ba	38,1B	14,3Ba	15,2Ba
866041	6,7A	34,0D	5,1B	1,1Aa	2,0Ba	47,7A	19,6Aa	19,9Ba
866042	5,3A	23,4D	3,5B	0,7Aa	1,4Ba	33,7B	14,1Ba	13,4Ba
866043	9,6A	40,2B	6,8A	1,9Aa	1,0Ba	59,6A	22,2Aa	13,4Ba
866044	6,0A	25,2D	5,8B	1,3Aa	0,7Ba	39,3B	17,3Ba	7,0Bb
870025	7,5A	32,8D	4,7B	0,7Aa	0,8Ba	46,8A	21,2Aa	10,6Bb
870031	9,6A	62,3A	9,0A	1,7Aa	1,7Ba	72,8A	29,5Aa	31,1Aa
870035	9,5A	41,6B	8,4A	2,0Aa	2,9Aa	62,2A	23,9Aa	27,2Aa
870041	6,5A	43,0B	5,0B	1,2Ab	2,8Aa	56,7A	17,7Ba	26,5Aa
870051	6,6A	40,2B	5,5B	1,0Ab	3,5Aa	54,8A	15,6Ba	23,8Aa
870067	5,3A	24,6D	4,2B	1,3Aa	2,0Ba	36,6B	14,2Ba	16,9Ba
870081	8,6A	30,3D	6,6A	1,2Aa	0,8Ba	48,3A	17,5Ba	12,7Ba
870085	9,2A	43,7B	5,4B	1,2Ab	3,4Aa	61,5A	23,3Aa	21,1Aa
870095	8,7A	44,7B	7,6A	1,4Ab	3,4Aa	63,9A	23,6Aa	25,9Aa
1F305	7,4A	36,7C	4,6B	0,6Ab	3,8Aa	51,4A	18,8Aa	24,1Aa
BRS 610	12,9A	34,8C	5,5B	1,9Aa	2,1Ba	49,4A	19,1Aa	20,7Aa
XBS60329	6,4A	22,0D	4,0B	1,3Aa	2,1Ba	35,3B	16,4Ba	11,9Ba
Clima								
1	6,4B	29,8B	4,2B	-	-	46,5A	-	-
2	8,2A	36,9A	6,4A	-	-	48,9A	-	-
<i>P- Valor</i>								
Híbridos	0,23	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Clima	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,33	0,11	
Híbr. × Clim.	0,44	0,31	0,81	<0,01		0,48	0,01	
EPM <sup>7</sup>	1,8	4,2	0,9	0,5	0,5	6,3	3,4	3,4

<sup>1</sup>MV: Matéria verde <sup>2</sup>MM: matéria morta; <sup>3</sup>Clima 1: Semiárido; <sup>4</sup>Clima 2: Subúmido seco; <sup>5</sup>MVF: massa verde de forragem; <sup>6</sup>MSF: massa seca de forragem; <sup>7</sup>EPM: erro padrão médio. Letras maiúsculas nas colunas comparam os híbridos dentro do agrupamento e minúsculas nas linhas comparam os climas. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo procedimento Scott-Knot, ao nível de significância de P<0,05, e letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo procedimento Scott-Knot, ao nível de significância de P <0,05.

Para a variável MVF os híbridos 866033, 866034, 866035, 866041, 866043, 870025, 870031, 870035, 870041, 870051, 870081, 870085, 870095, 1F305 e BRS 610 agruparam-se

com maiores valores médios, variando de  $47,7 \pm 6,3$  a  $72,8 \pm 6,3$  t ha<sup>-1</sup>. Os demais híbridos 866005, 866019, 866037, 866040, 866042, 866044, 870067 e XBS60329 se agruparam com menores médias, variando de  $33,7 \pm 6,3$  a  $44,8 \pm 6,3$  t ha<sup>-1</sup>. Não foi observada diferença significativa ( $P=0,05$ ), entre os dois climas.

Os híbridos 866019, 866033, 866034, 866035, 866041, 866043, 870025, 870031, 870035, 870085, 870095, 1F305 e BRS 610 formaram um grupo com maiores médias no clima 1 para MSF, variando de  $18,8 \pm 3,4$  a  $29,5 \pm 3,4$  t ha<sup>-1</sup>. Os demais híbridos 866005, 866037, 866040, 866042, 866044, 870041, 870051, 870067, 870081 e XBS60329, agruparam-se com menores valores médios variando de e  $11 \pm 3,4$  a  $17,7 \pm 3,4$  t ha<sup>-1</sup>. Os híbridos 870031, 870035, 870041, 870051, 870085, 870095, 1F305 e BRS 610 se agruparam com maiores médias no clima 2, variando de  $11 \pm 3,4$  a  $31,1 \pm 3,4$  t ha<sup>-1</sup>. Os demais híbridos 866005, 866019, 866033, 866034, 866035, 866037, 866040, 866041, 866042, 866043, 866044, 870025, 870067, 870081 e XBS60329, formaram um grupo com menores médias, variando de  $7 \pm 3,4$  a  $19,9 \pm 3,4$  t ha<sup>-1</sup>. Os híbridos que tiveram maiores médias de MSF sem diferença significativa ( $P=0,05$ ) nos dois climas foram 870031, 870035, 870085, 870095, 1F305 e BRS 610, com médias variando de  $18,8 \pm 3,4$  a  $31,1 \pm 3,4$  t ha<sup>-1</sup>.

## Composição química

Houve interação ( $P < 0,05$ ) para as variáveis MS, MO, PB, FDN, FDA, CEL, HEMIC e LIG, entre os diferentes climas e híbridos avaliadas de acordo com a (Tabela 5).

No clima 1 todos os híbridos tiveram valores médios de MS semelhantes ( $P = 0,01$ ), formando um único grupo, com médias variando de  $32,8 \pm 1,96$  a  $38,6 \pm 1,96\%$ . No clima 2 os híbridos 866037, 866040, 866041, 866042, 870031, 870035, 870041, 870051, 870067, 870085, 870095, 1F305, BRS 610 e XBS60329 agruparam-se com maiores valores médios de MS, variando de  $31 \pm 1,96$  a  $37,8 \pm 1,96\%$ . Os demais híbridos agruparam com menores médias, variando de  $23,8 \pm 1,96$  a  $29,6 \pm 1,96\%$ . Os híbridos com maiores médias no clima 2, foram os que tiveram maiores médias iguais ( $P=0,05$ ) nos dois climas, com médias variando de  $31 \pm 1,96$  a  $38,6 \pm 1,96\%$  de MS.

Para o teor de MO o híbrido 866033 obteve menor média no clima 1, com valor de  $83,2 \pm 0,82\%$ . Os demais se agruparam com médias semelhantes de MO, variando de  $91,7 \pm 0,82$  a  $96,7 \pm 0,82\%$ . No clima 2 não houve diferença ( $P=0,05$ ), entre os híbridos em relação a MO, com valores médios variando de  $92,5 \pm 0,82$  a  $95,8 \pm 0,82\%$ . Os híbridos que tiveram maiores médias iguais ( $P=0,05$ ) nos dois climas foram 866005, 866019, 866037,

866040, 866042, 866043, 866044, 870025, 870031, 870051, 870081, 870085, 870095, 1F305 e BRS 610, com médias variando entre  $91,7 \pm 0,82$  a  $96,5 \pm 0,82\%$  em ambos os climas.

Para o teor de PB, os híbridos 866005, 866019, 866033, 866034, 866035, 866037, 866040, 866042, 866043, 866044, 870025, 870031, 870095 e XBS60329, formaram um grupo com as melhores médias no clima 1, variando de  $8,3 \pm 0,86$  a  $11,1 \pm 0,86\%$ . Os demais híbridos 866041, 870035, 870041, 870051, 870067, 870081, 870085, 1F305 e BRS 610, agruparam-se com menores médias, variando de  $5,3 \pm 0,86$  a  $7,8 \pm 0,86\%$  de PB. Na classificação climática 2 os híbridos 866005, 866019, 866033, 866034, 866037, 866040, 870025 e 870081, agruparam-se com as melhores médias, variando de  $10,1 \pm 0,86$  a  $11,7 \pm 0,86\%$  de PB. Os híbridos 866035, 866041, 866042, 866043, 866044, 870031, 870035, 870041, 870051, 870067, 870085, 870095, 1F305, BRS 610 e XBS60329, agruparam com os menores médias, variando de  $7,5 \pm 0,86$  a  $9,5 \pm 0,86\%$  de PB. Os híbridos que tiveram maiores médias sem diferença significativa ( $P=0,05$ ) nos dois climas foram 866005, 866019, 866033, 866034, 866037, 866040 e 870025, com médias variando de  $8,4 \pm 0,86$  a  $11,4 \pm 0,86\%$  de PB.

As maiores médias de FDN no clima 1, foram observadas nos híbridos 866005, 866019, 866034, 866040, 866041, 866042, 866043, 866044, 870025, 870035, 870041, 870051, 870067, 870085, 870095, BRS 610 e XBS60329, variando de  $66,7 \pm 2,30$  a  $75,4 \pm 2,30\%$ . Os híbridos 866033, 866035, 866037, 870031, 870081 e 1F305, formaram um grupo com menores médias, variando entre  $58,1 \pm 2,30$  a  $65,4 \pm 2,30\%$  de FDN.

Na classificação climática 2 os híbridos 866005, 866019, 866033, 866034, 866035, 866037, 866042, 866043, 866044, 870067, 870081, 870085 e XBS60329 agruparam-se com os maiores valores médios, variando de  $72,5 \pm 2,30$  a  $78,3 \pm 2,30\%$  de FDN. Os híbridos, 866040, 866041, 870025, 870031, 870035, 870041, 870051, 870095, 1F305 e BRS 610, formaram um grupo com menores médias, variando de  $64,2 \pm 2,30$  a  $71,8 \pm 2,30\%$  de FDN. Os híbridos que tiveram maiores médias semelhantes ( $P=0,05$ ) de FDN nos dois climas foram 866005, 866042, 866043, 866044, 870067, 870085, com médias variando entre  $68,4 \pm 2,30$  a  $75,7 \pm 2,30\%$ .

**Tabela 5.** Composição química entre Híbridos de Sorgo Forrageiro em Classificações Climáticas Diferentes.

Híbridos	MS <sup>1</sup> (%)		MO <sup>4</sup> (%)		PB <sup>5</sup> (%)		FDN <sup>6</sup> (%)		FDA <sup>7</sup> (%)		CEL <sup>8</sup> (%)		HEMIC <sup>9</sup> (%)		LIG <sup>10</sup> (%)	
	---Clima---		---Clima---		---Clima---		---Clima---		---Clima---		---Clima---		---Clima---		---Clima---	
	1 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>	1 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>	1 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>	1 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>	1 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>	1 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>	1 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>	1 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>
866005	32,8Aa	28,9Ba	96,1Aa	93,8Aa	8,6Aa	11,0Aa	68,4Aa	75,7Aa	32,4Aa	31,2Aa	26,5Aa	27,4Aa	35,9Ab	44,5Aa	6,0Aa	3,8Bb
866019	37,6Aa	23,9Bb	91,7Aa	93,3Aa	8,4Aa	10,2Aa	68,7Ab	75,4Aa	35,3Aa	33,9Aa	28,6Aa	28,1Aa	33,5Ab	41,4Aa	6,6Aa	5,9Aa
866033	37,1Aa	29,6Bb	83,2Bb	93,4Aa	10,5Aa	10,7Aa	61,8Ba	78,3Aa	33,9Aa	35,5Aa	29,6Aa	29,2Aa	27,9Ab	42,8Aa	4,3Bb	6,3Aa
866034	37,4Aa	26,1Bb	95,2Aa	92,5Ab	9,1Aa	11,4Aa	67,8Ab	76,3Aa	32,7Aa	33,4Aa	27,2Aa	28,5Aa	35,0Ab	42,9Aa	5,6Aa	4,9Ba
866035	37,6Aa	24,7Bb	96,2Aa	93,7Ab	8,3Aa	7,5Ba	58,1Bb	74,5Aa	25,6Bb	34,3Aa	22,2Bb	28,8Aa	32,5Ab	40,2Aa	3,4Bb	5,5Aa
866037	32,9Aa	36,3Aa	96,1Aa	93,9Aa	8,8Aa	10,1Aa	61,7Bb	75,3Aa	29,2Bb	35,0Aa	22,8Bb	29,0Aa	32,5Ab	40,3Aa	6,4Aa	6,0Aa
866040	35,6Aa	34,8Aa	95,7Aa	95,1Aa	8,6Aa	10,3Aa	75,4Aa	70,1Ba	36,6Aa	32,7Aa	28,9Aa	27,5Aa	38,8Aa	37,4Ba	7,7Aa	5,2Ab
866041	35,0Aa	37,0Aa	96,7Aa	93,3Ab	5,8Bb	8,5Ba	72,5Aa	68,3Ba	36,2Aa	33,4Aa	29,6Aa	28,2Aa	36,3Aa	34,9Ba	6,6Aa	5,2Ab
866042	37,0Aa	36,7Aa	95,8Aa	94,9Aa	8,8Aa	8,6Ba	73,2Aa	74,2Aa	35,2Aa	35,8Aa	29,0Aa	30,3Aa	38,0Aa	38,3Ba	6,2Aa	5,5Aa
866043	33,6Aa	23,8Bb	94,9Aa	94,9Aa	8,9Aa	9,2Ba	68,9Aa	75,1Aa	32,5Aa	34,2Aa	26,8Aa	29,6Aa	36,4Aa	40,9Aa	5,7Aa	4,7Ba
866044	34,4Aa	25,1Bb	95,1Aa	94,8Aa	9,4Aa	8,4Ba	71,3Aa	72,5Aa	34,5Aa	32,1Aa	28,1Aa	28,0Aa	36,8Aa	40,3Aa	6,4Aa	4,1Bb
870025	37,5Aa	24,0Bb	95,4Aa	93,1Aa	8,8Aa	10,7Aa	69,2Aa	70,6Ba	34,1Aa	31,9Aa	27,6Aa	26,0Aa	35,1Aa	38,7Ba	6,5Aa	5,9Aa
870031	36,3Aa	32,3Aa	95,4Aa	95,1Aa	11,1Aa	8,7Ba	65,4Ba	64,2Ba	29,7Ba	29,7Aa	23,7Ba	25,4Aa	35,8Aa	34,5Ba	5,9Aa	4,3Bb
870035	36,7Aa	36,2Aa	96,5Aa	92,5Ab	6,7Bb	9,5Ba	71,2Aa	69,9Ba	32,9Aa	34,1Aa	29,4Aa	28,5Aa	38,3Aa	35,9Ba	3,6Bb	5,5Aa
870041	38,6Aa	37,8Aa	96,5Aa	93,9Ab	5,4Bb	8,1Ba	71,5Aa	71,8Ba	32,2Aa	35,3Aa	27,3Aa	28,1Aa	38,7Aa	36,6Ba	4,8Bb	7,1Aa
870051	31,2Aa	31,0Aa	95,8Aa	94,9Aa	7,8Ba	7,5Ba	69,1Aa	71,0Ba	32,5Aa	33,6Aa	26,5Aa	28,2Aa	36,6Aa	37,5Ba	6,0Aa	5,4Aa
870067	37,2Aa	37,1Aa	96,7Aa	94,3Ab	7,7Ba	8,1Ba	69,3Aa	75,4Aa	31,7Ab	35,8Aa	27,0Aa	29,5Aa	37,6Aa	39,6Aa	4,7Bb	6,3Aa
870081	35,6Aa	25,1Bb	96,2Aa	94,9Aa	7,5Bb	11,1Aa	64,8Bb	76,3Aa	30,4Bb	35,3Aa	24,7Bb	30,1Aa	34,5Ab	40,9Aa	5,6Aa	5,3Aa
870085	34,0Aa	33,2Aa	95,3Aa	94,2Aa	5,3Bb	8,0Ba	70,3Aa	72,9Aa	34,6Aa	33,8Aa	28,6Aa	29,2Aa	35,7Aa	39,0Ba	6,0Aa	4,6Bb
870095	34,0Aa	33,8Aa	96,0Aa	94,3Aa	10,0Aa	7,7Ba	67,6Aa	70,8Ba	31,1Ba	33,2Aa	25,3Ba	28,1Aa	36,4Aa	37,6Ba	5,8Aa	5,1Aa
1F305	36,9Aa	36,2Aa	95,7Aa	95,2Aa	7,2Ba	8,4Ba	63,0Bb	70,0Ba	29,3Ba	32,6Aa	24,9Ba	27,3Aa	33,7Aa	37,5Ba	4,5Ba	5,3Aa
BRS 610	35,6Aa	35,2Aa	96,5Aa	95,8Aa	7,1Ba	8,3Ba	68,9Aa	69,2Ba	32,8Aa	30,1Aa	27,5Aa	25,8Aa	36,1Aa	39,2Ba	5,3Aa	4,3Ba
XBS60329	35,5Aa	34,6Aa	96,6Aa	94,1Ab	8,3Aa	9,0Ba	66,7Ab	73,5Aa	31,8Ab	36,4Aa	26,6Ab	30,8Aa	34,9Aa	37,0Ba	5,3Aa	5,7Aa
<i>P- Valor</i>																
Híbridos	<0,01		<0,01		<0,01		0,04		<0,01		0,02		0,23		<0,01	
Clima	<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		0,03	
Híbr. <sup>11</sup> × Clim. <sup>12</sup>	<0,01		<0,01		0,04		<0,01		<0,01		0,05		<0,01		<0,01	
EPM <sup>13</sup>	1,96	1,96	0,82	0,82	0,86	0,86	2,30	2,30	1,38	1,38	1,29	1,29	1,61	1,61	0,48	0,48

<sup>1</sup>MS: Matéria Seca; <sup>2</sup>Clima 1: Semiárido; <sup>3</sup>Clima 2: Subúmido seco; <sup>4</sup>MO: Matéria Orgânica; <sup>5</sup>PB: Proteína Bruta; <sup>6</sup>FDN: Fibra em Detergente Neutro; <sup>7</sup>FDA: Fibra em Detergente Ácido; <sup>8</sup>CEL: Celulose; <sup>9</sup>HEMIC: Hemicelulose; <sup>10</sup>LIG: Lignina; <sup>11</sup>Híbr.: Híbrido; <sup>12</sup>Clim.: Clima; <sup>13</sup>EPM: Erro Padrão Médio. Letras maiúsculas nas colunas comparam os híbridos dentro do agrupamento e minúsculas nas linhas comparam os climas. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo procedimento Scott-Knot, ao nível de significância de P<0,05, e letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo procedimento Scott-Knot, ao nível de significância de P <0,05

1 Para a variável FDA, no clima 1, os híbridos 866005, 866019, 866033, 866034,  
2 866040, 866041, 866042, 866043, 866044, 870025, 870035, 870041, 870051, 870067,  
3 870085, BRS 610 e XBS60329 se agruparam com as maiores médias, variando de  $31,7 \pm 1,38$   
4 a  $36,6 \pm 1,38\%$ . Os demais híbridos 866035, 866037, 870031, 870081, 870095, 1F305 e BRS  
5 610, formaram um grupo com menores médias, variando de  $25,6 \pm 1,38$  a  $31,1 \pm 1,38$  % de  
6 FDA. Na classificação climática 2, todos os híbridos agruparam-se com médias semelhantes  
7 ( $P = 0,01$ ), variando de  $29,7 \pm 1,38$  a  $36,4 \pm 1,38\%$  de FDA. Os híbridos que tiveram maiores  
8 médias de FDA e que não diferiram ( $P=0,05$ ) entre os climas foram 866005, 866019, 866033,  
9 866034, 866040, 866041, 866042, 866043, 866044, 870025, 870035, 870041, 870051,  
10 870085, BRS 610 e XBS60329, com médias variando entre  $30,1 \pm 1,38$  a  $36,6 \pm 1,38\%$ .

11 No grupo com maiores médias de CEL no clima 1, apareceram os híbridos 866005,  
12 866019, 866033, 866034, 866040, 866041, 866042, 866043, 866044, 870025, 870035,  
13 870041, 870051, 870067, 870085, BRS 610 e XBS60329, variando de  $26,5 \pm 1,29$  a  
14  $29,6 \pm 1,29\%$ . Com menores médias de CEL os híbridos 866035, 866037, 870031, 870081,  
15 870095 e 1F305 formaram um grupo variando de  $22,2 \pm 1,29$  a  $25,3 \pm 1,29$  %. Na classificação  
16 climática 2, não houve diferença estatística ( $P = 0,01$ ), com valores médios variando de  
17  $25,4 \pm 1,29$  a  $30,8 \pm 1,29\%$  de CEL. Os híbridos que tiveram maiores médias sem diferença  
18 significativa ( $P=0,05$ ) nos dois climas foram 866005, 866019, 866033, 866034, 866040,  
19 866041, 866042, 866043, 866044, 870025, 870035, 870041, 870051, 870067, 870085 e BRS  
20 610, com médias variando entre  $25,8 \pm 1,29$  a  $30,3 \pm 1,29\%$ .

21 No clima 1, todos os híbridos agruparam-se sem diferença significativa entre eles ( $P =$   
22  $0,01$ ), para a variável HEMIC, com valores médios variando de  $27,9 \pm 1,61$  a  $38,8 \pm 1,61\%$ . No  
23 clima 2, os híbridos 866005, 866019, 866033, 866034, 866035, 866037, 866043, 866044,  
24 870067 e 870081 foram agrupados com maiores médias, variando de  $36,6 \pm 1,61$  a  $44,5 \pm 1,61\%$   
25 de HEMIC. Com menores médias, os híbridos 866040, 866041, 866042, 870025, 870031,  
26 870035, 870041, 870051, 870085, 870095, 1F305, BRS 610 e XBS60329, formaram um  
27 grupo com valores médios variando de  $34,5 \pm 1,61$  a  $39,2 \pm 1,61\%$  de HEMIC. Os híbridos que  
28 tiveram maiores médias sem diferença significativa ( $P=0,05$ ) nos dois climas foram 866043,  
29 866044 e 870067, com médias variando entre  $36,4 \pm 1,61$  a  $40,9 \pm 1,61\%$ .

30 No clima 1, os híbridos 866005, 866019, 866034, 866037, 866040, 866041, 866042,  
31 866043, 866044, 870025, 870031, 870051, 870081, 870085, 870095, BRS 610 e XBS60329  
32 foram agrupados com maiores médias de LIG, variando de  $5,3 \pm 0,48$  a  $6,6 \pm 0,48\%$ . Com  
33 menores médias os híbridos 866033, 866035, 870035, 870041, 870067 e 1F305 formaram um  
34 grupo com menores médias variando de  $3,4 \pm 0,48$  a  $4,8 \pm 0,48\%$  de LIG. No clima 2, os



1 híbridos 866019, 866033, 866034, 866037, 866040, 866041, 866042, 870025, 870035,  
2 870041, 870051, 870067, 870081, 870095, 1F305 e XBS60329 foram agrupados com  
3 maiores médias, variando de  $5,1\pm 0,48$  a  $7,1\pm 0,48\%$  de LIG. Em um segundo grupo com  
4 menores valores médios os híbridos 866005, 866034, 866043, 866044, 870031, 870085 e  
5 BRS 610, foram agrupados com os menores valores médios, variando de  $3,8\pm 0,48$  a  
6  $4,9\pm 0,48\%$  de LIG. Os híbridos que tiveram maiores médias sem diferença significativa  
7 ( $P=0,05$ ) nos dois climas foram 866019, 866037, 866042, 870025, 870051, 870081, 870095,  
8 XBS 60329, com médias variando entre  $5,1\pm 0,48$  a  $6,6\pm 0,48\%$ .

## 9 DISCUSSÃO

### 10 Características de crescimento

11 A altura da planta é um importante componente agrônômico que afeta a produção de  
12 biomassa (Williams-Alanís, et al., 2017), e ambos os híbridos que tiveram maiores médias nas  
13 duas localidades foram influenciados pelo clima da região. No clima 2, apesar do regime de  
14 chuvas ter sido maior do que o clima 1 com média pluviométrica de 1012mm durante todo o  
15 ciclo de produção, houve índices térmicos mais baixos, com média de temperatura mínima de  
16  $18,36^{\circ}\text{C}$  e máxima de  $33,05^{\circ}\text{C}$  o que pode ter contribuído para a menor estatura em  
17 comparação com o clima 1 que teve média de temperatura mínima de  $22,03^{\circ}\text{C}$  e máxima de  
18  $33,45^{\circ}\text{C}$ . Os resultados nas duas localidades, foram semelhantes aos encontrados por Lima et  
19 al. (2017), que também verificaram variação de alturas entre os quatro municípios nos estados  
20 brasileiros de Goiás, Rio grande do Sul e Minas Gerais, nas safras de 2016, com médias  
21 oscilando entre 180 a 283 cm, onde os mesmos também atribuíram esse fato as diferenças de  
22 temperatura e precipitação de uma localidade para a outra.

23 A altura ou porte da planta é determinante no comportamento do sorgo, podendo  
24 prever características agrônômicas. Quando de porte alto, geralmente apresenta maior  
25 produção de biomassa, devido ao maior percentual colmo e lâmina foliar, caracterizando um  
26 comportamento forrageiro. Para plantas de menor altura, há um maior percentual de  
27 panículas, maior teor de MS e provavelmente maior valor nutritivo (Perazzo et al., 2013).

28 A diferença existente entre o número de perfilhos entre os híbridos pode ser explicado  
29 devido as diferentes morfologias existentes entre eles, assim como observado no porte das  
30 plantas. O maior número de perfilhos em um híbrido de sorgo forrageiro é uma característica  
31 importante, pois ocupam maior espaço na área dificultando a aparecimento de plantas  
32 invasoras. Além disso, é indicativo da persistência das gramíneas e de sua capacidade

1 produtiva após os cortes. Estudos sobre o comportamento do perfilho na pastagem possui  
2 importância direta na produtividade e sustentabilidade das pastagens, pois a produção de  
3 forragem de toda a comunidade vegetal é baseada na contribuição individual de cada perfilho  
4 multiplicado pela sua densidade. Vários trabalhos demonstram a influência do manejo e do  
5 clima na comunidade de perfilhos (Pimentel et al., 2016).

6 O maior acamamento no clima 1 pode estar relacionado com a maior altura das  
7 plantas presentes nas mesmas. Porém outros fatores podem proporcionar maior acamamento  
8 como a presença de grandes revoadas de pássaros que se alimentam dos grãos de sorgo. Essa  
9 é uma variável indesejável em um híbrido forrageiro, pois Segundo Rabêlo et al. (2012),  
10 maior acamamento reduz a massa de forragem, devido estas plantas não serem colhidas pelos  
11 maquinários no momento do corte. A relação FO/CO é uma característica importante na  
12 avaliação de um híbrido de sorgo forrageiro, quanto maior a relação, melhor será a qualidade  
13 da pastagem, devido à alta digestibilidade das folhas. A maior relação FO/CO no clima 1 se  
14 deve a maior altura de plantas e as maiores temperaturas em comparação com clima 2.

## 15 **Produção de massa de forragem total e fracionada**

16 Para a variável folha o clima 2 apresentou a maior quantidade, provavelmente devido  
17 as condições climáticas da região, devido ao sorgo ser sensível ao fotoperíodo e ter sua  
18 produtividade relacionada a esses fatores. O clima 2 é classificado como (Bsh) semiúmido  
19 seco, tendo um maior acúmulo de chuvas durante o período de cultivo com 1012 mm, quando  
20 comparado com o clima 1 que teve um acumulado de 991,1 mm durante o período de cultivo,  
21 o que pode também ter favorecido para uma maior produção de folha. Os híbridos que  
22 tiveram maior produção de folhas se destacam dos demais, pois elas são os componentes da  
23 planta de maior importância para a alimentação animal, em termos nutricionais, pois nelas  
24 estão contidos maior parte das frações digestíveis para os ruminantes.

25 O híbrido 870031 que apresentou maior produção de colmo, foi o mesmo que obteve  
26 um crescimento diferente dos demais, pois de acordo com Zanine et al. (2007), o porte da  
27 planta está correlacionado com a participação do colmo no produto final. O colmo é a parte  
28 menos digestível da planta, pois tem teor de proteína bruta relativamente baixa e altas taxas de  
29 FDA e FDN em comparação com outras partes das plantas (Kaplan et al., 2019).

30 A diferença existente entre a produção de panícula pode ter relação ao ataque de  
31 pássaros, já que os mesmos se alimentam dos grãos, diminuindo assim a produção. Altas  
32 quantidades de panículas representam uma boa característica para híbrido de sorgo forrageiro,  
33 pois de acordo com Andrade et al. (2010) a panícula aumenta os teores de MS e de

1 carboidratos solúveis na ensilagem, favorecendo o processo fermentativo. É a parte da planta  
2 que apresenta maior digestibilidade, enquanto que os colmos são de menor digestibilidade,  
3 por ser a fração da planta com elevados teores de fibras e lignina (LIG). Assim, o aumento da  
4 participação de grãos tem efeito diluidor do teor de fibra, mesmo este sendo crescente na parte  
5 vegetativa da planta (Moraes et al., 2013).

6 A interação para produção de matéria morta entre os diferentes climas e híbridos  
7 avaliados, pode ser explicado devido ao aceleração do ciclo entre os híbridos, consequência  
8 da diferença pluviométrica existente entre as duas localidades, com acumulado de chuvas de  
9 691,1 mm no clima 1, e acumulado de 1012 mm no clima 2, durante o período de cultivo, Os  
10 híbridos que tiveram uma menor produção de matéria morta, se sobressaem dos demais, pois  
11 uma maior porção de matéria morta em uma forragem, proporciona um alimento de pior  
12 qualidade a esses híbridos.

13 As maiores médias de MVF observados nos híbridos, 866033, 866034, 866035,  
14 866041, 866043, 870025, 870031, 870035, 870041, 870051, 870081, 870085, 870095, 1F305  
15 e BRS 610 está relacionado principalmente em função da maior altura, maior proporção de  
16 folhas e a capacidade produtiva inerente desses híbridos. As médias foram superiores aos  
17 encontrados por Elias et al. (2017), onde avaliaram cultivares de sorgo no semiárido do  
18 Pernambuco e encontraram médias variando entre 7 e 20 t ha<sup>-1</sup>.

19 Assim, como observado na produção de MVF, a produção MSF, seguiu a mesma  
20 tendência para a maioria dos híbridos no clima 1, apresentando as maiores produções em  
21 comparação com o clima 2, porém os híbridos 870031, 870035, 870085, 870095, 1F305 e  
22 BRS 610 mantiveram as maiores produções nos dois climas, demonstrando grande  
23 adaptabilidade a climas diferentes para esta variável. A produção de MSF, tem relação  
24 principalmente com manejo adotado e a capacidade produtiva do híbrido e sua adaptabilidade  
25 ao ambiente climático no qual foi implantado. Avaliando os mesmos híbridos de sorgo no  
26 semiárido nordestino Silva et al. (2012), encontraram valores de MSF superiores aos  
27 encontrados, variando entre 23,43 e 42,15 t ha<sup>-1</sup>. Ele atribuiu essa variação a diferença de  
28 massa de panícula entre as cultivares, já que as mesmas aumentam o teor de MS, o que  
29 também pode ter ocorrido nesse experimento.

### 30 **Composição química**

31 Os maiores teores de MS encontrados no clima 1, tiveram relação com os maiores  
32 valores médias de matéria morta existentes em todos os híbridos nessa localidade, onde a  
33 maioria apresentaram valores dentro do recomendado para a produção de silagem, entre 30 e

1 35% de MS no momento do corte (Dias et al., 2010). Outra explicação para isso, é o menor  
2 índice pluviométrico neste clima no momento do corte (Figura 1), pois nestas condições a  
3 planta antecipa o seu ciclo aumentando os teores de MS.

4 Os valores médios de MS do segundo grupo no clima 2, ficaram abaixo do  
5 recomendado para produção de silagem, provavelmente aos valores elevados de precipitação  
6 no momento do corte. Por tanto, os híbridos que obtiveram valores inferiores a 30%,  
7 favoreceram a fermentação de (*Clostridium* spp.) na massa ensilada, comprometendo a sua  
8 qualidade. No entanto, alta concentração de matéria seca no momento do corte, como  
9 observado na maioria dos híbridos no primeiro grupo, também prejudica o valor nutricional  
10 da forragem.

11 De acordo com Van Soeste (1994), teor de MS superior a 35% pode causar danos na  
12 ensilagem, devido à presença de oxigênio, ocasionado pela compactação ineficiente desse  
13 material, aumentando a temperatura no interior do silo e favorecendo o aparecimento de  
14 microrganismos indesejados. Os híbridos que apresentaram teor ideal de MS nos dois climas  
15 foram 866040, 870051, 870085, 870095, BRS 610 e XBS60329. Os valores obtidos no  
16 presente trabalho, foram semelhantes aos encontrados por Perazzo et al. (2017), onde  
17 encontraram médias de MS variando entre 22,0 a 40% em 21 híbridos experimentais de sorgo  
18 forrageiro, porém com médias de MS de 22 e 26% para o híbrido BRS 610, inferiores aos  
19 encontrados no presente trabalho de 35,6 e 35,2%, valor considerado adequado.

20 Os teores de MO encontrados nos dois climas foram semelhantes aos encontrados por  
21 Paraíso et al. (2017), onde encontram médias variando entre 94 a 96% em 6 híbridos de sorgo  
22 forrageiro. Ao avaliar três variedades de sorgo forrageiro irrigados com efluentes salinos da  
23 piscicultura, Simões et al. (2019), encontraram um teor de MO de 94,53% para o híbrido  
24 1F305, semelhante aos encontrados no presente trabalho nos dois climas.

25 A maior participação de folhas e panículas observados no clima 2, contribuem para as  
26 maiores concentrações de PB observados, com médias satisfatórias para todos os híbridos,  
27 com médias variando entre  $7,5 \pm 0,86$  a  $11,4 \pm 0,86\%$  pois um alimento e / ou dieta deve conter  
28 pelo menos 7% de PB para fornecer nitrogênio suficiente para uma fermentação microbiana  
29 eficaz no rúmen (Tolentino et al., 2016). No clima 1 as médias de PB foram inferiores às do  
30 clima 2, devido principalmente a menor porção de panículas observados neles. Os híbridos  
31 que tiveram médias de PB inferiores ao recomendado foram 866041, 870035, 870041 e  
32 870085, com médias variando entre  $5,3 \pm 0,86$  a  $6,7 \pm 0,86\%$ .

33 Avaliando três híbridos de sorgo (BRS 610, BR 700 e BRS 655) em três idades de  
34 corte com diferentes estádios de maturação dos grãos: leitoso, pastoso e farináceo, Machado

1 et al. (2014), encontraram uma média de 5,32% de PB para o híbrido BRS 610 no estágio  
2 farináceo, valor inferior ao encontrado no presente trabalho de 7,1% no clima 1, e 8,3% no  
3 clima 2, para esse mesmo híbrido. As maiores médias de PB das duas localidades foram  
4 superiores as encontradas por Lyons et al. (2019), nos quais avaliaram cultivares de sorgo  
5 forrageiro colhidos em estágio de crescimento diferente, com médias variando de 7,5 a 8,5%  
6 de PB quando colhidas no mesmo estágio de maturação das plantas do presente trabalho.

7 A menor concentração de FDN no clima 2, ocorreu devido a menor produção de  
8 colmo, pois é nesta fração onde está concentrado a maior parte dos carboidratos fibrosos na  
9 planta. Contudo, os valores médios de FDN nos dois climas, foram superiores aos  
10 preconizados por Van Soest (1994), onde o mesmo afirma que o conteúdo de FDN deve estar  
11 entre 50 a 60%. Os teores observados foram superiores aos encontrados por Lima et al.  
12 (2017), nos quais avaliaram 24 genótipos de sorgo forrageiro em quatro municípios  
13 brasileiros com médias variando de 43,57 a 65,69%, porém semelhantes aos encontrados por  
14 Alyne et al. (2017), onde avaliaram 25 variedades de sorgo silageiro, em Uberlândia, Minas  
15 Gerais, Brasil, com valores médios de FDN na colheita variando entre 58,25 e 80,17%.

16 Assim como para o FDN, a maior participação de colmo no clima 2 contribuiu para a  
17 maior concentração de FDA. Os valores encontrados de FDA nas duas localidades foram  
18 inferiores aos encontrados por Lima et al. (2017), com médias variando de 26,31 a 43,33%.  
19 Porém semelhantes aos encontrados por Alyne et al. (2017), onde avaliaram 25 variedades de  
20 sorgo silageiro, em Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, e encontraram valores médios na  
21 colheita variando entre 27,27 a 44,40%.

22 Os teores de celulose encontrados nos híbridos de sorgo nas duas localidades, estão  
23 diretamente relacionados a participação da FDA nas plantas, já que a celulose é um  
24 importante componente dessa fração. Os valores de celulose nos dois climas avaliados estão  
25 dentro do preconizado por Van Soest (1994), que afirma que os teores desejáveis na base seca  
26 das plantas é entre 20 a 40%.

27 Os valores de hemiceluloses (HEMCEL) nos dois climas foram maiores do que os  
28 teores de celulose. Em uma planta forrageira, isso é importante, já que segundo Silva &  
29 Queiroz (2002), a HEMCEL é mais digerível que a celulose. Além disso, os ruminantes  
30 desdobram esses componentes por meio de sua flora bacteriana em ácidos graxos de cadeia  
31 curta (AGCC), principalmente acético, propiônico e butírico, que representam a maior fonte  
32 de energia quando a alimentação desses animais é a base de forragem (Pariz et al., 2011).  
33 Porém os elevados teores de HEMCEL observados no presente trabalho, não são  
34 interessantes. Quando a forrageira possui alto teor de HEMCEL, seus constituintes fibrosos da

1 parede celular já estão muito elevados, dificultando o consumo e a digestibilidade do alimento  
2 (Silva et al., 2015).

3 As concentrações de LIG encontrados no clima 1 e 2, se assemelham aos encontrados  
4 por Vinutha et al. (2017), com teores de LIG variando de 3,59 a 4,70% em 36 linhas  
5 melhoradas de sorgo estudados no Patancheru, Índia. Os híbridos que tiveram menores teores  
6 de LIG no presente trabalho se sobressaíram aos demais, pois de acordo com Traxler et al.  
7 (1998), a LIG é indigesta e age para reduzir a proporção de fibras potencialmente digeríveis  
8 na fração em forragens. Além disso, segundo Besle et al. (1994), atuam como uma barreira  
9 física para limitar a penetração dos microrganismos ou glicanases, ou ambos.

## 10 CONCLUSÕES

11 Em relação às características agronômicas, os híbridos 870031, 870035, 870085,  
12 870095, 1F305 e BRS610 apresentaram maiores valores médios de produção de matéria verde  
13 e matéria seca nos dois climas avaliados, demonstrando sua adaptação a diferentes locais de  
14 cultivo. No entanto, os híbridos 870031, 870095 e 1F305, são mais adequados para o cultivo  
15 pois além de apresentarem altas produções de matéria verde e matéria seca, apresentaram  
16 bons valores nutricionais nos dois climas avaliados, demonstrando-se grande adaptabilidade a  
17 climas diferentes.

## 18 AGRADECIMENTOS

19 Os autores agradecem grandemente a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de  
20 Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro durante todo o desenvolvimento da pesquisa,  
21 e a Embrapa Milho e Sorgo de Sete Lagoas – MG, pela disponibilidade das sementes dos  
22 híbridos de sorgo.

## 23 REFERÊNCIAS

- 24 Abdelhalim, T. S., Kamal, N. M., & Hassan, A. B. (2019). Nutritional potential of wild  
25 sorghum: Grain quality of Sudanese wild sorghum genotypes (*Sorghum bicolor* L. Moench).  
26 *Food Science & Nutrition*, 7(4), 1529–1539. doi:10.1002/fsn3.1002
- 27 Alyne, D. M. de P., Evandro, F. de A., Cesar, H. S. Z., Fernanda, H. L., & Carlos, J. B. A.  
28 (2017). Productivity, nutritional quality and phenotypical stability of varieties of silage  
29 sorghum in Uberlândia, MG. *African Journal of Agricultural Research*, 12(5), 300–  
30 308. doi:10.5897/ajar2016.11990
- 31 Andrade Junior A. S., Bastos E. A., Barros, A. H. C., SILVA, C. O., Gomes, A. A. N. (2004)  
32 *Classificação climática do Estado do Piauí*. Embrapa Meio-Norte, Documentos, 348  
33 Teresina. 1-86.

- 1 Andrade, I. V. O., Pires, A. J. V., Carvalho, G. G. P. de, Veloso, C. M., & Bonomo, P. (2010).  
2 Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo  
3 subprodutos agrícolas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(12), 2578–2588.  
4 doi:10.1590/s1516-35982010001200004
- 5 Angadi, S. V., Umesh, M. R., Contreras-Govea, F. E., Annadurai, K., Begna, S. H., Marsalis,  
6 M. A., ... Lauriault, L. M. (2016). In Search of Annual Legumes to Improve Forage Sorghum  
7 Yield and Nutritive Value in the Southern High Plains. *crop, forage & turfgrass management*,  
8 2(1), 0. doi:10.2134/cftm2015.0182
- 9 Association of Official Analytical Chemists – AOAC. (1990). *Official methods of analysis*.  
10 15<sup>a</sup>.ed. Washington D.C. 1-1141.
- 11 Besle, J.-M., Cornu, A., & Jouany, J.-P. (1994). Roles of structural phenylpropanoids in  
12 forage cell wall digestion. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 64(2), 171–  
13 190. doi:10.1002/jsfa.2740640206
- 14 Costa, R. F., Pires, D. A. de A., Moura, M. M. A., Rodrigues, J. A. S., Rocha Júnior, V. R., &  
15 Tolentino, D. C. (2016). In situ degradability of dry matter and fibrous fraction of sorghum  
16 silage. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 38 (2), 171-176. doi:  
17 10.4025/actascianimsci.v38i2.29576
- 18 Detmann, E., Souza, M. V. A., Valadares Filho, S.C. (2012). *Métodos para análise de*  
19 *alimentos*. Visconde do Rio Branco: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214p.
- 20 Dias, FJ, Jobim, CC, Soriani Filho, JL, Bumbieris Junior, VH, Poppi, CE e Santello, GA  
21 (2010). Composição química e quantidades totais de matéria seca na planta de soja. *Acta*  
22 *Scientiarum. Animal Sciences*, 32 (1), 19-26. doi: 10.4025/actascianimsci.v32i1.4897
- 23 Elias, O. F. A. e S., Leite, M. L. D. M. V., Azevedo, J. M., Silva, J. P. S. de S., Nascimento,  
24 G. F. do, & Simplício, J. B. (2017). Características agronômicas de cultivares de sorgo em  
25 sistema de plantio direto no semiárido de Pernambuco. *Revista Ciência Agrícola*, 14(1), 29.  
26 doi:10.28998/rca.v14i1.2318
- 27 Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e*  
28 *Agrotecnologia*, 35(6), 1039–1042. doi:10.1590/s1413-70542011000600001
- 29 Gurgel, A. L., & Medeiros, J. F. de. (2018). Caracterização das condições climáticas de Pau  
30 dos Ferros - RN. *Revista Geotemas*, 8(2), 100–115. doi:10.33237/geotemas.v8i2.3180
- 31 Hmielowski, T. (2017). Sorghum: State of the Art and Future Perspectives. *CSA News*, 62, 4-  
32 7. doi:10.2134/csa2017.62.1109
- 33 Kaplan, M., Kara, K., Unlukara, A., Kale, H., Buyukkilic Beyzi, S., Varol, I. S., ... Kamalak,  
34 A. (2019). Water deficit and nitrogen affects yield and feed value of sorghum sudangrass  
35 silage. *Agricultural Water Management*, 218, 30–36. doi:10.1016/j.agwat.2019.03.021
- 36 Kljak, K., Pino, F., & Heinrichs, A. J. (2017). Effect of forage to concentrate ratio with  
37 sorghum silage as a source of forage on rumen fermentation, N balance, and purine derivative  
38 excretion in limit-fed dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 100(1), 213–223.  
39 doi:10.3168/jds.2016-11383
- 40 Lima, L. O. B., Pires, D. A. de A., Moura, M. M. A., Rodrigues, J. A. S., Tolentino, D. C., &  
41 Viana, M. C. M. (2017). Características agronômicas e valor nutricional de genótipos de  
42 sorgo forrageiro. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 39(1), 7-12. doi:  
43 10.4025/actascianimsci.v39i1.32356

- 1 Lyons, S. E., Ketterings, Q. M., Godwin, G. S., Cherney, D. J., Cherney, J. H., Van Amburgh,  
2 M. E., ... Kilcer, T. F. (2019). Optimal harvest timing for brown midrib forage sorghum yield,  
3 nutritive value, and ration performance. *Journal of Dairy Science*. doi:10.3168/jds.2019-  
4 16516
- 5 Machado, F. S., Rodríguez, N. M., Gonçalves, L. C., Rodrigues, J. A. S., Ribas, M. N.,  
6 Lobato, F. C. L., ... Pereira, L. G. R. (2014). Valor nutricional de híbridos de sorgo em  
7 diferentes estádios de maturação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*,  
8 66(1), 244–252. doi:10.1590/s0102-09352014000100033
- 9 Manarelli, D. M., Orrico Junior, M. A. P., Retore, M., Vargas Junior, F. M. de, Silva, M. S. J.  
10 da Orrico, A. C. A., ... Neves, F. de O. (2019). Productive performance and quantitative  
11 carcass traits of lambs fed saccharine sorghum silage. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 54.  
12 doi:10.1590/s1678-3921.pab2019.v54.00577
- 13 Medeiros, R. M., Santos, D. C. dos, Sousa, F. de A. S. de, & Gomes Filho, M. F. (2013).  
14 Análise Climatológica, Classificação Climática e Variabilidade do Balanço Hídrico  
15 Climatológico na Bacia do Rio Uruçui Preto, PI (Climatological Analysis, Classification  
16 Climate Variability and Water Balance Climatological River Basin Uruçui Preto, PI). *Revista  
17 Brasileira de Geografia Física*, 6(4), 652. doi:10.26848/rbgf.v6i4.233056
- 18 Moraes, S. D. de, Jobim, C. C., Silva, M. S. da, & Marquardt, F. I. (2013). Produção e  
19 composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. *Revista Brasileira de  
20 Saúde e Produção Animal*, 14(4), 624–634. doi:10.1590/s1519-99402013000400002
- 21 Paraíso, I. G. N., Neto, O. de, S. P., Gomes, L. S. de, P., Velasco, F. O., Mourthé, M. H. F.,  
22 Raidan, F. S. S., & Braz, T. G. dos, S. (2017). Características agrônômicas de híbridos de  
23 sorgo com potencial forrageiro cultivados no Norte de Minas Gerais. *Caderno de Ciências  
24 Agrárias*, 9(3), 08–17.
- 25 Pariz, C. M., Azenha, M. V., Andreotti, M., Araújo, F. C. de M., Ulian, N. de A., &  
26 Bergamaschine, A. F. (2011). Produção e composição bromatológica de forrageiras em  
27 sistema de integração lavoura-pecuária em diferentes épocas de semeadura. *Pesquisa  
28 Agropecuária Brasileira*, 46(10), 1392–1400. doi:10.1590/s0100-204x2011001000037
- 29 Perazzo, A. F., Carvalho, G. G. P., Santos, E. M., Bezerra, H. F. C., Silva, T. C., Pereira, G.  
30 A., ... Rodrigues, J. A. S. (2017). Agronomic Evaluation of Sorghum Hybrids for Silage  
31 Production Cultivated in Semiarid Conditions. *Frontiers in Plant Science*, 8.  
32 doi:10.3389/fpls.2017.01088
- 33 Perazzo, A. F., Santos, E. M., Pinho, R. M., Campos, A. F. S., Ramos, J. P. de F., Aquino, M.  
34 M., ... Bezerra, H. F. C. (2013). Características agrônômicas e eficiência do uso da chuva em  
35 cultivares de sorgo no semiárido. *Ciência Rural*, 43(10), 1771 – 1776. doi: 10.1590/s0103-  
36 84782013001000007
- 37 Pimentel, R. M., Bayão, G. F. V., Lelis, D. L., Cardoso, A. J. da, S., Saldarriaga, F. V., Melo,  
38 C. C. V., ... Santos, M. E. R. (2016). Ecofisiologia de plantas forrageiras. *Pubvet*, 10(9), 666-  
39 679. doi:10.22256/pubvet.v10n9.666-679
- 40 Pinho, R. M. A., Santos, E. M., Oliveira, J. S. de, Bezerra, H. F. C., Freitas, P. M. D. de  
41 Perazzo, A. F., ... Silva, A. P. G. da. (2015). Sorghum cultivars of different purposes silage.  
42 *Ciência Rural*, 45(2), 298–303. doi:10.1590/0103-8478cr20131532
- 43 Pino, F., & Heinrichs, A. J. (2017). Sorghum forage in precision-fed dairy heifer diets.  
44 *Journal of Dairy Science*, 100(1), 224–235. doi:10.3168/jds.2016-11551



- 1 Rodrigues, J. A. S. **Produção e utilização de silagem de sorgo**. In: SIMPÓSIO  
2 AGROMINAS, 2013, Governador Valadares. O agronegócio regional em evidência.  
3 Governador Valadares: AgroMinas, 2013, 9 p.
- 4 Sanon, M., Hoogenboom, G., Traoré, S. B., Sarr, B., Garcia, A. G. y, Somé, L., & Roncoli, C.  
5 (2014). Photoperiod sensitivity of local millet and sorghum varieties in West Africa. *NJAS -*  
6 *Wageningen Journal of Life Sciences*, 68, 29–39. doi:10.1016/j.njas.2013.11.004
- 7 Senger, C. C. D., Kozloski, G. V., Bonnacarrère Sanchez, L. M., Mesquita, F. R., Alves, T.  
8 P., & Castagnino, D. S. (2008). Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage  
9 and concentrate feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology*, 146(1-2), 169–174.  
10 doi:10.1016/j.anifeedsci.2007.12.008
- 11 Sher, A., Hassan, F.-U., Ali, H., Hussain, M., & Sattar, A. (2016). Enhancing forage quality  
12 through appropriate nitrogen dose, seed rate and harvest stage, in sorghum cultivars grown in  
13 Pakistan. *Grassland Science*, 63(1), 15–22. doi:10.1111/grs.12137
- 14 Silva, D.J., Queiroz. A.C. (2002). *Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)*.  
15 3.ed. Viçosa. MG: Universidade Federal de Viçosa. 235p.
- 16 Silva, M. D. A., Carneiro, M. S. de S., Pinto, A. P., Pompeu, R. C. F. F., Silva, D. S.,  
17 Coutinho, M. J. F., & Fontenele, R. M. (2015). Avaliação da composição químico-  
18 bromatológica das silagens de forrageiras lenhosas do semiárido brasileiro. *Semina: Ciências*  
19 *Agrárias*, 36(1), 571. doi:10.5433/1679-0359.2015v36n1p571
- 20 Silva, T. C. da, Santos, E. M., Macedo, C. H. O., Lima, M. A. de, Bezerra, H. F. C., Azevêdo,  
21 J. A. G., ... Oliveira, J. S. de. (2012). Divergence of the fermentative and bromatological  
22 characteristics of 25 sorghum hybrid silages. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(5), 1127–  
23 1133. doi:10.1590/s1516-35982012000500007
- 24 Simões, W. L., Guimarães, M. J. M., Araújo, G. G. L. de Perazzo, A. F., & Prates, L. D. S. B.  
25 (2019). Chemical-bromatological characteristics of forage sorghum varieties irrigated with  
26 saline effluents from fish farming. *Comunicata Scientiae*, 10(1), 195–202.  
27 doi:10.14295/cs.v10i1.1943
- 28 Sousa, D. M. G., Lobato, E. (2004). *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2. ed. Planaltina:  
29 EMBRAPA Cerrados.
- 30 Tolentino, D. C., Rodrigues, J. A. S., Pires, D. A de A., Veriato, F. T., Lima, L. O. B &  
31 Moura, M. M. A (2016). Qualidade da silagem de diferentes genótipos de sorgo. *Acta*  
32 *Scientiarum. Animal Sciences*, 38 (2), 143. doi:10.4025 / actascianimsci.v38i2.29030
- 33 Traxler, M. J., Fox, D. G., Van Soest, P. J., Pell, A. N., Lascano, C. E., Lanna, D. P., ...  
34 Flores, A. (1998). Predicting forage indigestible NDF from lignin concentration. *Journal of*  
35 *Animal Science*, 76(5), 1469. doi:10.2527/1998.7651469x
- 36 Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant* (2nd ed.). Ithaca, NY: Cornell  
37 University Press.
- 38 Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral  
39 Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of*  
40 *Dairy Science*, 74(10), 3583–3597. doi:10.3168/jds.s0022-0302(91)78551-2
- 41 Vinutha, K. S., Anil Kumar, G. S., Blümmel, M., & Srinivasa Rao, P. (2017). Evaluation of  
42 yield and forage quality in main and ratoon crops of different sorghum lines. *Tropical*  
43 *Grasslands-Forrajes Tropicales*, 5(1), 40. doi:10.17138/tgft(5)40-49

- 1 Williams-Alanís, H., Zavala-García, F., Arcos-Cavazos, G., Rodríguez-Vázquez, M. del C., &  
2 Olivares-Sáenz, E. (2017). Características agronómicas asociadas a la producción de bioetanol  
3 en genotipos de sorgo dulce. *Agronomía Mesoamericana*, 28(3), 549-563.  
4 doi:10.15517/ma.v28i3.26690
- 5 Wolabu, T. W., & Tadege, M. (2016). Photoperiod response and floral transition in sorghum.  
6 *Plant Signaling & Behavior*, 11(12), e1261232. doi:10.1080/15592324.2016.1261232
- 7 Zanine, A. D. M., Santos, E. M., Ferreira, D. D. J., & Pereira, O. G. (2007). Populações  
8 microbianas e componentes nutricionais nos órgãos do capim-tanzânia antes e após a  
9 ensilagem. *Semina: Ciências Agrárias*, 28(1), 143. doi:10.5433/1679-0359.2007v28n1p143

10

1           **ANEXOS**

2  
3                           **ANEXO A: NORMAS DA REVISTA ACTA SCIENTIARUM -**  
4           **AGRONOMY**

5           **INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS:**

6           1. Acta Scientiarum. Agronomy, ISSN 1807-8621 (Impresso) E ISSN  
7           1807-8621 (on-line), é uma publicação contínua da Universidade Estadual de  
8           Maringá.

9           3. Os autores se obrigam a declarar que seu manuscrito é um **trabalho**  
10          **original**, e que não está sendo submetido, em parte ou no seu todo, à análise  
11          para publicação em outro meio de divulgação científica sob pena de exclusão.  
12          Esta declaração encontra-se disponível no endereço:  
13          <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/about/submissions>.

14          4. Os dados, ideias, opiniões e conceitos emitidos nos artigos, bem como  
15          a exatidão das referências, são de inteira responsabilidade do(s) autor(es). A  
16          eventual citação de produtos e marcas comerciais não significa recomendação  
17          de seu uso por parte do Conselho Editorial da revista.

18          5. Os relatos deverão basear-se nas técnicas mais avançadas e  
19          apropriadas à pesquisa. Quando apropriado, deverá ser atestado que a  
20          pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Biossegurança da instituição.

21          6. Os artigos submetidos deverão ser em inglês.

22          7. Os artigos serão avaliados por, no mínimo, três consultores da área de  
23          conhecimento da pesquisa, de instituições de ensino e/ou pesquisa nacionais e  
24          estrangeiras, de comprovada produção científica. Após as devidas correções e  
25          possíveis sugestões, o artigo será aceito se tiver dois pareceres favoráveis e  
26          rejeitado quando dois pareceres forem desfavoráveis.

27          8. Os artigos deverão ser submetidos pela internet, acessando o Portal  
28          ACTA, no endereço <http://www.uem.br/acta>.

1           9. O conflito de interesses pode ser de natureza pessoal, comercial,  
2 política, acadêmica ou financeira. Conflitos de interesses podem ocorrer quando  
3 autores, revisores ou editores possuem interesses que podem influenciar na  
4 elaboração ou avaliação de manuscritos. Ao submeter o manuscrito, os autores  
5 são responsáveis por reconhecer e revelar conflitos financeiros ou de outra  
6 natureza que possam ter influenciado o trabalho. Os autores devem identificar  
7 no manuscrito todo o apoio financeiro obtido para a execução do trabalho e  
8 outras conexões pessoais referentes à realização do mesmo. O revisor deve  
9 informar aos editores quaisquer conflitos de interesse que poderiam influenciar  
10 sobre a análise do manuscrito, e deve declarar-se não qualificado para revisá-lo.

11           10. O texto em inglês dos artigos aceitos para publicação será submetido  
12 à correção do *American Journal Experts* e custeado pelos autores.  
13 (<http://www.journalexerts.com>).

14           **11. Não serão aceitos manuscritos nos quais:**

15           a) os experimentos de campo não incluam dados de dois anos ou de  
16 várias localidades dentro do mesmo ano;

17           b) a análise de dados obtidos de ambientes controlados seja limitada a  
18 apenas um experimento ou bioensaio, sem repetições durante o período;

19           c) os experimentos se refiram a apenas testes sobre a atividade de  
20 produtos químicos ou biológicos contra agentes bióticos ou estresses  
21 fisiológicos;

22           d) os experimentos com cultura in vitro sejam limitados ao melhoramento  
23 dos protocolos padronizados de cultura ou os que não forneçam novas  
24 informações no campo;

25           e) seus objetivos sejam limitados a registrar a primeira ocorrência de um  
26 organismo nocivo ao sistema ecoagrícola ou um estudo básico sobre os  
27 parâmetros biológicos do organismo sem uma definida indicação de como esse

1 conhecimento poderia melhorar o manejo da praga no contexto local ou  
2 regional.

3 12. Estão listadas abaixo a formatação e outras convenções que deverão  
4 ser seguidas:

5 a) Os artigos deverão ser subdivididos com os seguintes subtítulos:  
6 **Abstract, Keywords, Introdução, Material e métodos, Resultados e/ou**  
7 **Discussão, Conclusão, Agradecimentos (opcional) e Referências.** Esses  
8 itens deverão ser em caixa alta e em negrito e não deverão ser numerados.

9 b) **O título, com no máximo vinte palavras, deverá ser preciso.**  
10 Também deverá ser fornecido um título resumido com, no máximo, seis  
11 palavras.

12 c) **O Abstract (200 a 300 palavras),** deverá conter informações sucintas  
13 sobre o objetivo da pesquisa, os materiais experimentais, os métodos  
14 empregados, os resultados e a conclusão. Até seis keywords (recomenda-se  
15 não utilizar as palavras do título) deverão ser acrescentadas ao final do abstract.

16 d) **Os artigos deverão ser escritos em espaço 1,5 linhas** e ter suas  
17 páginas e linhas numeradas. O trabalho deverá ser editado no Word, ou  
18 compatível, utilizando fonte Times New Roman, **tamanho 12.**

19 e) O trabalho deverá ser formatado em **A4** e as margens inferior,  
20 superior, direita e esquerda deverão ser de **2,5 cm.**

21 f) O arquivo contendo o trabalho que deverá ser anexado (transferido),  
22 durante a submissão, não poderá ultrapassar o tamanho de **2 MB**, nem poderá  
23 conter qualquer tipo de identificação de autoria, inclusive na opção propriedades  
24 do Word.

25 g) Tabelas, figuras e gráficos deverão ser inseridos no texto, logo depois  
26 de citados.

27 h) As figuras e as tabelas não deverão ultrapassar **17 cm de largura.**

1 i) As figuras digitalizadas deverão ter **300 dpi** de resolução e  
2 preferencialmente gravadas no formato **jpg ou png**. Ilustrações em cores serão  
3 aceitas para publicação.

4 j) Deverá ser adotado o Sistema Internacional (SI) de medidas.

5 l) As equações deverão ser editadas utilizando o Equation Built do Word.

6 m) As variáveis deverão ser identificadas após a equação.

7 n) Artigos de revisão poderão ser publicados mediante convite do  
8 Conselho Editorial ou Editor-Chefe da Eduem.

9 o) A revista aceita um índice máximo de **5% de autocitações** e, ainda,  
10 recomenda que **oitenta por cento (80%) das referências bibliográficas sejam**  
11 **de artigos listados na base ISI Web of Knowledge, Scopus ou SciELO com**  
12 **menos de 10 anos**. Recomenda-se dar preferência às citações de artigos  
13 internacionais. Não serão aceitas nas referências citações de monografias,  
14 dissertações e teses, anais, resumos, resumos expandidos, jornais, magazines,  
15 boletins técnicos e documentos eletrônicos.

16 p) As citações deverão seguir os exemplos abaixo, que se baseiam na  
17 norma da American Psychological Association (**APA**). Para citação no texto,  
18 usar o sobrenome e ano: Lopes (2005) ou (Lopes, 2005); para dois autores:  
19 Souza e Scapim (2005) ou (Souza & Scapim, 2005); para três a cinco autores  
20 (1.<sup>a</sup> citação): Venturieri, Venturieri, e Leopoldo (2013) ou (Venturieri, Venturieri,  
21 & Leopoldo, 2013) e, nas citações subsequentes, Venturieri et al. (2013) ou  
22 (Venturieri et al., 2013); para seis ou mais autores, citar apenas o primeiro  
23 seguido de et al.: Wayner et al. (2007) ou (Wayner et al., 2007).

## 24 **MODELOS DE REFERÊNCIAS**

25 Deverão ser organizadas em ordem alfabética, alinhamento justificado,  
26 conforme os exemplos seguintes, que se baseiam na norma da American  
27 Psychological Association (**APA**). Os títulos dos periódicos deverão ser

1 completos e não abreviados e em itálico, sem o local de publicação. As  
2 referências deverão conter o **DOI**.

### 3 **Artigos**

#### 4 **Um autor**

5 Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*,  
6 144(1), 31-43. doi: 10.1017/S0021859605005708

7 **Dois a sete autores** (devem-se indicar todos os autores separados por vírgula,  
8 exceto o último que deve ser separado por vírgula seguido de &)

9 Caporusso, N. B., & Rolim, G. S. (2015). Reference evapotranspiration models  
10 using different time scales in the Jaboticabal region of São Paulo, Brazil. *Acta*  
11 *Scientiarum. Agronomy*, 37(1), 1-9. DOI: 10.4025/actasciagron.v37i1.18277

12 Achten, W. M. J., Verchot, L., Franken, Y. J., Mathijs, E., Singh, V. P., Aerts, R.,  
13 & Muys, B. (2008) *Jatropha* bio-diesel production and use. *Biomass and*  
14 *Bioenergy*, 32(12), 1063-1084. DOI: 10.7763/ijbbb.2013.v3.215

15 **Oito ou mais autores** (devem-se indicar os seis primeiros, inserir reticências e  
16 acrescentar o último autor)

17 Soares, M. A., Leite, G. L. D., Zanuncio, J. C., Sá, V. G. M., Ferreira, C. S.,  
18 Rocha, S. L., ... Serrão, J. E. (2012). Quality Control of *Trichogramma*  
19 *atopovirilia* and *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) adults  
20 reared under laboratory conditions. *Brazilian Archives of Biology and*  
21 *Technology*, 55(2), 305-311. DOI: 10.1590/s1516-89132012000200018

#### 22 **Livros**

23 Falconer, D. S., & Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to quantitative genetics*.  
24 Edinburgh, SC: Addison Wesley Longman.

1 Kevan, P. G., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2006). *Pollinating bees: the*  
2 *conservation link between agriculture and nature* (2nd ed.). Brasília, DF:  
3 Secretariat for Biodiversity and Forests.

4 Parra, J. R. P. (1991). Consumo e utilização de alimentos por insetos. In A. R. P.  
5 Panizzi (Ed.), *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de*  
6 *pragas* (p. 9-65). São Paulo, SP: Manole.

7

8