



SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE SORGO BIOMASSA NO MUNICÍPIO DE CONFRESA-MT

SELECTION OF BIOMASS SORGHUM HYBRIDS IN THE CITY OF CONFRESA-MT

Adilson Matos¹ , Danilo Nogueira dos Anjos² 

Recebido em 11 de Fevereiro de 2022 | Aprovado em 18 de Julho de 2022

RESUMO

O sorgo biomassa tem se mostrado uma cultura muito atrativa, por ser pouco exigente em fertilidade, possibilitar um cultivo totalmente mecanizável, e possuir um alto potencial produtivo de massa verde. Afim de verificar adaptabilidade ao município de Confresa-MT, este trabalho analisou 19 híbridos experimentais de sorgo biomassa, do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, e uma cultivar comercial (AGRI002E). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 3 repetições. Os parâmetros analisados foram diâmetro de colmos na altura do peito (DAP), altura de planta (ALT), resistência de plantas ao acamamento (RA), produtividade de massa verde (PMV), número de colmos (NC), peso médio de panícula (PP), número de panículas (NP), e ciclo. Foi verificado que cultivares mais produtivas apresentaram em sua maioria altura e diâmetro maiores, além de maior resistência ao acamamento e ciclos mais tardios, como por exemplo a CMSXS7501, CMSXS7515 e AGRI002E, que se destacaram nestas variáveis em relação as demais cultivares, com produtividades acima de 140 t. ha⁻¹. No entanto a CMSXS7509 se destaca das demais, por se caracterizar como uma cultivar com produtividade expressiva, mas apresentar ciclo curto (140 dias).

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*; Melhoramento; Avaliação.

ABSTRACT

Biomass sorghum has been shown to be a very attractive crop, as it is not very demanding in terms of fertility, allows for a fully mechanized cultivation, and has a high productive potential for green mass. In order to verify adaptability to the city of Confresa-MT, this work analyzed 19 experimental hybrids of biomass sorghum, from the Improvement Program of Embrapa Corn and Sorghum, and a commercial cultivar (AGRI002E). The experimental design used was in randomized blocks, with 3 replications. The parameters analyzed were stem diameter at breast height (DAP), plant height (ALT), plant lodging resistance (RA), green mass yield (PMV), number of stalks (NC), mean panicle weight (PP), number of panicles (NP), and cycle. It was found that more productive cultivars had mostly greater height and diameter, in addition to greater resistance to lodging and later cycles, such as CMSXS7501, CMSXS7515 and AGRI002E, which stood out in these variables in relation to other cultivars, with yields above 140 t. ha⁻¹. However, CMSXS7509 stands out from the others, for being characterized as a cultivar with expressive productivity, but presenting a short cycle (140 days).

Keywords: *Sorghum bicolor*; Improvement; Evaluation.

¹ Bacharel em Agronomia pela Instituição (IFMT). Endereço para correspondência: Rua Dom Pedro II, 7, Jardim do Éden, Confresa, Mato Grosso, Brasil, CEP: 78652000. E-mail: adilsonmatos1995@gmail.com

² Doutor em Fitotecnia pela Universidade do Sudoeste da Bahia. Professor do IFMT, Campus Confresa. Endereço para correspondência: Av. Vilmar Fernandes, 300, Confresa, Mato Grosso, Brasil, CEP: 78652000. E-mail: danilo.anjos@ifmt.edu.br

1 Introdução

O sorgo é originário da África, embora alguns estudos também comprovem que possa ter sido dispersado na Índia, ou seja, duas regiões independentes. O sorgo foi domesticado pelo homem por volta de 3000 a.C., e desde então vem sendo transformado para satisfazer suas necessidades (PARRELLA, 2011).

Tratando-se de uma cultura não nativa do hemisfério ocidental, nas Américas o sorgo tem sua introdução bastante recente. No Brasil estudos mostram que o sorgo foi trazido pelos escravos com o nome de “Milho da Angola”, e era utilizado como base da alimentação. Mas a partir do século 20 foi que a cultura ressurgiu no país, desde então o sorgo tenta se firmar como cultura com características comerciais, podendo ser identificado como uma opção na substituição da cultura do milho em seus diversos usos, sem perdas em termos de nutrientes e qualidade, além de ganhos na redução de custos (PARRELLA, et al., 2011).

O sorgo biomassa [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é uma cultura de ciclo curto (5 a 6 meses) propagada por sementes e de fácil cultivo, se comparado a demais culturas que possuem aproveitamento semelhante (BATISTA et al., 2018).

O cultivo de sorgo se dá em ambientes com condições climáticas muito secas ou quentes, com características xerófilas não exigente de solos férteis, apresentando-se tolerante a fatores abióticos, principalmente em condições de déficit hídrico, encharcamento e salinidade, além de apresentar uma elevada eficiência quanto ao uso de água, necessitando de 250 a 400g de água para produzir 1g de matéria seca, essas condições permitem que a cultura seja apta para se desenvolver em regiões com distribuições irregulares de chuvas, onde se torna inviável no ponto de vista econômico, produzir outros tipos de cereais e em sucessão às culturas de verão (BORÉM; PIMENTEL; PARRELLA, 2014).

No entanto o sorgo apresenta particularidades, como a sensibilidade ao fotoperíodo, onde é observado que o seu florescimento só ocorre quando os dias são mais curtos e as noites mais longas. Precisamente quando os dias possuem menos de 12 horas e 20 minutos, que ocorre na maior parte das regiões brasileiras, entre 21 de março a 22 de setembro (PEREIRA FILHO et al., 2013).

Conforme Schuck et al. (2014), o sorgo biomassa é uma cultura totalmente mecanizável, permitindo assim mecanização do plantio a colheita. Além disto, o sorgo biomassa possui alta capacidade de produção por hectare de massa verde.

Por consequência o sorgo biomassa se torna uma cultura atrativa a ensilagem, por se

demonstrar como uma cultura com capacidade produtiva expressiva e de fácil cultivo, assim como o milho. Apesar de apresentar características bromatológicas semelhantes a silagem de milho, o sorgo biomassa se destaca por possuir características agronômicas superiores ao milho, como maior produção de massa verde, menor exigência em fertilizantes, sistema radicular mais agressivo, capacidade de rebrota eficiente, além de possuir maior tolerância à déficits hídricos (PARRELLA et al., 2014; CASTRO et al., 2017; SIMEONE et al., 2018).

Visando a necessidade de tornar os sistemas agropecuários mais eficientes, uma vez que a produção de forragem ao longo do ano apresenta estacionalidade, o sorgo biomassa tem se mostrado um meio alternativo de alimentação e suplementação animal, através do processo de ensilagem do mesmo. Com essa produção de massa verde superior ao milho, o sorgo permite ainda um acréscimo considerável na produção de carne e leite, quando oferecido ao rebanho de forma correta (FOCHESATTO e PALU, 2021).

Inúmeras novas variedades de híbridos são lançadas atualmente no mercado e necessitam serem avaliadas quanto a sua produção e qualidades bromatológicas, tendo em vista que mesmo em híbridos há ocorrência de baixo desempenho, e conseqüentemente silagens com baixo teor nutritivo. Em contrapeso a variabilidade genética do sorgo, tem permitido estudos de melhoramento genético que proporciona melhorias a seu valor nutritivo, semelhante a alguns híbridos de milho (JARQUÍN et al., 2017).

Diante disto este trabalho objetivou avaliar híbridos experimentais de sorgo biomassa do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, no município de Confresa-MT, selecionando cultivares com aptidão de cultivo para as condições do município.

2 Metodologia

Este trabalho foi realizado no setor de produção do Instituto Federal de Mato Grosso Campus Confresa, localizado no município de Confresa-MT, situada a 10°38'38" S, 51°34'08" W e 235 metros de altitude, clima local classificado como tropical sendo uma estação quente e chuvosa nos meses de outubro a abril, e uma estação seca nos meses de maio a setembro, conforme classificação de Köppen - Geiger.

Apresentando uma precipitação anual de 1669 mm, no ano de cultivo, com pluviosidade máxima nos meses de janeiro, fevereiro e março, com temperatura máxima anual de 34,7°C e mínima de 22,18°C e umidade relativa do ar de 70%

Após selecionar uma área uniforme do campus, foi realizada uma análise de solo para caracterização do mesmo, e posterior correção, conforme amostrado na Tabela 1. O solo foi

preparado de modo a estar livre de restos de culturas, torrões e plantas daninhas. Foi realizada gradagem, com grade aradora de disco de 28 polegadas e aplicação de calcário a 2 t ha⁻¹, seguida de outra gradagem para incorporação, e posteriormente foi realizada a passagem de grade niveladora para comprimir, um pouco, a camada superficial de solo de maneira a evitar possíveis erosões.

Tabela 1- Análise de solo, demonstrando as características físicas e químicas da área experimental localizada no IFMT- campus Confresa, 2019.

pH	M.O.	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
-----cmol dm ⁻³ -----									
4,4	2,3	0,26	3,40	0,10	0,86	0,27	1,2	27	26,70
Areia			Silte			Argila			
-----g kg ⁻¹ -----									
700			60			240			

Fonte: Elaboração dos autores

A adubação foi realizada mediante recomendações baseadas na análise de solo. Sendo a adubação de base, 700 kg. ha⁻¹, de NPK na formulação 4-14-8, aplicado no sulco de plantio. E a adubação de cobertura, realizada 30 dias após a emergência de todas os híbridos, como sendo 150 kg. ha⁻¹ de uréia.

O plantio foi realizado manualmente no dia 28 de novembro de 2019, com semeadura distribuída uniformemente a uma profundidade de 3 cm. A parcela era composta de 2 linhas de 5 metros cada, com espaçamento de 0,5 m. Entre 10 a 15 dias após a emergência das plantas, foi efetuado o desbaste, deixando 6 plantas por metro linear ou 30 plantas para cada fileira de 5 metros, determinando como densidade populacional 120.000 plantas por hectare.

Para controle de plantas daninhas foi realizada, uma aplicação de Atrazina, na dosagem de 5 L ha⁻¹. Já para o controle de pragas reincidentes, foram feitas 3 aplicações de Clorpirifós, na dosagem de 0,5 L ha⁻¹.

O experimento era constituído de 20 híbridos, do Programa de Melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, sendo 19 deles experimentais, e 1 cultivar comercial (AGRI002E). O delineamento experimental definido foi blocos casualizados, contendo 3 repetições.

Este trabalho foi conduzido em condições de sequeiro. E a colheita foi realizada nos dias 16 de abril a 15 de maio de 2020, conforme as panículas apresentavam-se em estágio de maturação completa, ou seja, quando os grãos aparentavam coloração escura e se desprendiam

facilmente, correspondendo ao estágio de grão farináceo duro. A colheita foi realizada de forma manual, com corte das plantas acima de 10 cm do solo.

Cada cultivar recebeu um número de croqui, onde foram avaliados os seguintes parâmetros, diâmetro na altura do peito (DAP), número de colmos (NC), correspondendo todas as plantas colhidas na área total da parcela, incluindo os perfilhos.

Outro parâmetro também avaliado foi a resistência ao acamamento (RA) de cada genótipo, onde foi considerado as plantas que se apresentavam quebradas até uma altura de 50 cm, e em seguida o número de plantas na parcela, determinando em porcentagem a quantidade de plantas que não acamaram.

Para determinação de produtividade de massa verde (PMV), foram colhidas todas as plantas da parcela. Estas foram pesadas, inteiras, em balança de gancho, com capacidade de até 50 kg. Desse material colhido, foram posteriormente escolhidas, ao acaso 6 plantas inteiras, para determinação de altura média de plantas (ALT), que foram medidas ao chão com régua graduada de 5 m, considerando do corte ao ápice da panícula.

Foram contabilizadas o número de panículas (NP) de cada parcela, em seguida foram escolhidas novamente ao acaso, 6 panículas para pesagem e determinação de peso médio de panículas (PP). A variável ciclo foi determinada como o período entre a emergência e a colheita de cada genótipo.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3 Resultados e Discussão

O resumo das análises de variância para diâmetro (DAP), altura de plantas (ALT), resistência ao acamamento (RA), número de colmos (NC), produtividade de massa verde (PMV), peso médio de panícula (PP), número de panículas (NP), e ciclo estão apresentadas na Tabela 2. Foi verificado que todas as variáveis foram significativas, demonstrando variabilidade genética em todas as variáveis analisadas.

Tabela 2- Quadrado médio do diâmetro (DAP) em milímetros, altura de plantas (ALT) em metros, resistência ao acamamento (RA) em %, número de colmos (NC), produtividade de massa verde (PMV) em t ha⁻¹, peso médio de panículas (PP) em gramas, número de panículas (NP), e ciclo, em dias, avaliados em híbridos de sorgo biomassa, safra 2019/20, em Confresa-MT.

FV	QUADRADO MÉDIO							
	DAP	ALT	RA	NC	PMV	PP	NP	CICLO
TRAT	7,17**	0,44**	192,11**	233,71**	2787,56**	367,69**	12968,32**	462,50**
BLOCOS	1,14	0,30	21,08	191,25	1471,66	126,81	6954,43	0,68
RES	1,84	0,04	76,34	66,40	299,15	42,73	853,95	2,82
MÉDIA	14,13	3,84	85,99	67,30	111,28	23,12	131,62	154,65
C.V(%)	9,60	5,11	10,16	12,11	15,54	28,27	22,20	1,09

** para valores com significância abaixo de (p<0,01). Fonte: elaboração dos autores.

Para a variável altura de plantas, este experimento apresentou cultivares com variação entre 3,05 m para o híbrido CMSXS7200 a 4,44 m, para a cultivar AGRI002E, com média geral de altura de 3,84 m. Valores mais elevados para altura de plantas, demonstram o período em que estas ficaram em estado vegetativo, o que é explicado pela sensibilidade do sorgo ao fotoperíodo. Em seu trabalho em Uberlândia-MG, Piassa (2016), obteve valores maiores para altura na avaliação agrônômica de híbridos de sorgo, variando entre 3,31 a 5,1 m, esta diferença pode estar relacionada, a maior população de plantas utilizada pelo autor, correspondendo a 140.000 plantas ha⁻¹.

Conforme May et al. (2016), o adensamento de plantas de sorgo, fazem com que estas atinjam maiores alturas, como também há influência na produtividade de massa verde.

De acordo com Perazzo et al. (2013), características como altura de plantas é crucial no comportamento do sorgo, podendo assim descrever suas características agrônômicas. Onde cultivares de sorgo com porte alto, geralmente apresenta maior produção de biomassa, devido ao maior percentual de colmo e lâmina foliar, correspondendo a um comportamento forrageiro.

Para produtividade de massa verde considerando o PMV em toneladas por hectare, este experimento apresentou produtividades entre 48,72 para a cultivar CMSXS7211 a 170,45 t ha⁻¹ para AGRI002E. Obtendo desta forma produtividade maiores que Silva, Parrella e Ribeiro (2017) em Sete Lagoas-MG, que alcançaram variação entre 25,62 a 106,29 t ha⁻¹, em experimento semelhante, mas utilizando espaçamento entrelinhas maior (0,7 m) e menor densidade de plantas (110.000 plantas ha⁻¹) que o presente trabalho.

A média geral de produção de massa verde ficou em 111,28 t ha⁻¹, se destacando ainda das médias obtidas por Da Silva et al. (2016), que conseguiram obter médias de 67,34 t ha⁻¹, em Sinop-MT, e 72,01 t ha⁻¹, em Cáceres-MT, adotando como espaçamento entrelinhas 0,7 m.

A produtividade de massa verde, está relacionada com altura, diâmetro do colmo e resistência da planta a fatores abióticos, como por exemplo, a resistência ao acamamento. No presente trabalho, a cultivar AGRI002E apresentou maior produção de massa verde, em consequência de serem plantas de maior porte, e com menor índice de acamamento, apesar de não manifestar colmos mais grossos.

Outro fator determinante para a produtividade de massa verde, é a época de plantio. Onde conforme Batista (2016) podemos observar uma redução de quase 75% da produção de massa verde do sorgo, quando cultivado no período de 2º safra (a partir de março), popularmente conhecido como a safrinha, em relação ao cultivado de 1º safra (outubro a dezembro). Essa redução na produtividade pode ser atribuída, a menor incidência de chuvas no período de safrinha, e a sensibilidade do sorgo ao fotoperíodo, onde dias mais longos são observados nesta época (BATISTA, 2016).

Os valores médios para todas as variáveis analisadas estão descritos na Tabela 3. O diâmetro variou de 10,58 mm para o híbrido CMSXS7211 a 16,72 mm no híbrido CMSXS7509. Para variável RA, a variação ficou entre 73,91% para o híbrido 201938B013, a 98,55% para AGRI002E. Para NC, o híbrido CMSXS7200 apresentou 95 colmos, enquanto o híbrido CMSXS7211 apresentou 58 colmos. O peso médio de panícula, teve grande variabilidade entre as cultivares oscilando de 4,97 g para o híbrido 201938B013 a 41,20 g para o híbrido CMSXS7533. A variável ciclo teve oscilação entre 140 dias para a cultivar 201938B016 e 169 dias para CMSXS7530.

Tabela 3- Valores médios para diâmetro (DAP) em milímetros, altura de plantas (ALT) em metros, resistência ao acamamento (RA) em porcentagem, número de colmos (NC), peso de massa verde (PMV) em t ha⁻¹, peso médio de panículas (PP) em gramas, número de panículas (NP), e ciclo, em dias, avaliados em híbridos de sorgo biomassa, safra 2019/20, em Confresa-MT.

CULTIVARES	DAP	ALT	RA	NC	PMV	PP	NP	Ciclo
CMSXS7211	10,58b	3,26b	95,4a	58c	48,72d	17,05c	58c	140e
CMSXS7200	11,44b	3,05 b	86,10b	95a	79,42c	6,52d	75c	160c
CMSXS7210	11,78b	3,47b	92,95a	72b	69,68c	17,18c	170b	140e
201938B013	12,55b	3,31b	73,91b	63c	87,54c	4,97d	257a	160c

CMSXS7530	13,50a	4,04a	84,89b	67c	116,98b	25,59b	151b	169a
CMSXS7533	13,77a	4,00a	84,68b	68c	105,04b	41,20a	87c	145d
CMSXS7527	13,83a	4,13a	85,18b	64c	112,14b	30,51b	176b	168a
CMSXS7501	14,11a	3,87a	87,15b	77b	149,67a	22,42c	79c	168a
CMSXS7525	14,22a	3,11b	88,35b	68c	86,18c	11,27d	265a	140e
CMSXS7500	14,44a	4,04a	77,29b	75b	131,34b	28,53b	87c	169a
201938B012	14,50a	3,98a	75,75 b	62c	109,90b	29,17b	187b	168a
CMSXS7515	14,55a	4,25a	84,79b	73b	140,59a	33,36b	221a	169a
201938B011	14,61a	3,96a	84,60b	63c	124,62b	28,44b	173b	145d
201938B008	14,61a	3,94a	82,32b	60c	108,30b	36,54a	70c	145d
CMSXS7535	14,65a	3,94a	77,20b	58c	86,18c	10,25d	146b	164b
CMSXS7532	14,69a	4,02a	94,35a	60c	117,67b	40,20a	91c	145d
CMSXS7502	15,58a	3,94a	78,83b	63c	130,80b	31,32b	80c	145d
201938B016	15,78a	3,73a	98,43a	65c	127,10b	15,94c	75c	140e
AGRI002E	16,05a	4,44a	98,55a	66c	170,45a	21,61c	72c	160c
CMSXS7509	16,72a	4,11a	97,70a	76b	148,32a	23,20c	98c	140e

*abcde Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si. Fonte: elaboração dos autores.

Cultivares que apresentaram maior porte, como as cultivares CMSXS7509, CMSXS7515 e AGRI002E, com altura média de 4,11; 4,25 e 4,44 m respectivamente, também apresentaram maiores produtividades, sendo elas 148,32; 140,59; 170,45 t ha⁻¹. Assim afirma Silva et al. (2012), de que existe uma relação positiva entre altura de plantas e produtividade, onde, cultivares de sorgo com maior altura também demonstram maiores produtividades.

O híbrido CMSXS7509, também demonstrou a maior média para diâmetro do colmo, além de apresentar maiores resistências ao acamamento e número elevado de perfilhos, parâmetros que agregaram na produtividade de massa verde.

O perfilhamento no sorgo sofre influência de fatores abióticos, genéticos e hormonais. No geral a quebra da dominância apical, faz com que o sorgo perfilhe (SILVA et al., 2012). Isto pode ser demonstrado pela altura de plantas, uma vez que plantas de menor porte, como é o caso do híbrido CMSXS7200 (3,05 m) apresentam maior perfilhamento (35 perfilhos).

Algumas cultivares de ciclos mais longos como a AGRI002E, CMSXS7501, CMSXS7515, apresentaram valores significativos para produtividade de massa verde, correspondendo a 170,45, 149,67 e 140,59 t ha⁻¹, respectivamente. Conforme afirma Vendruscolo (2016), a precocidade do sorgo biomassa não é interessante, pois o período em que a planta permanece em estágio vegetativo até o florescimento, é reduzido, e a partir de aí não há mais acúmulo de massa verde, e consequentemente a produtividade é diminuída.

4 Análises e Resultados

Houve variabilidade genética entre todos os parâmetros analisados.

Cultivares com parâmetros de altura e diâmetro maiores, além de maior resistência ao acamamento, são mais responsivas a produtividade de massa verde.

Para que as cultivares adquiram adaptabilidade e estabilidade no município de Confresa-MT, é necessário que o presente estudo seja replicado.

5 Considerações

As cultivares CMSXS7501, CMSXS7515, e CMSXS7509 e AGRI002E foram as que mais destacaram em relação as demais cultivares com produtividades acima de 140 t ha⁻¹. Entre elas, a CMSXS7509 apresentou maior destaque, por demonstrar produtividade e parâmetros como diâmetro e altura, expressivos, mesmo sendo considerada entre as demais, uma cultivar de ciclo curto (140 dias).

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Embrapa Milho e Sorgo, representada pelo pesquisador Flávio Dessaune Tardin, que nos disponibilizou cultivares experimentais de sorgo biomassa do Programa de Melhoramento da Embrapa, juntamente com a FAPEMAT pelo financiamento deste projeto que possibilitou o desenvolvimento de vários outros trabalhos, além de estabelecer uma parceria importante entre nós e a Embrapa.

Referências

BATISTA, V. A. P. **Avaliação bioenergética de sorgos biomassa, sacarino e forrageiro.** 2016. 68 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016. Disponível em: < <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/9283>>. Acesso em: 12 de outubro de 2021.

BATISTA, V. A. et al. Agronomic and energetic potential of sorghum evaluated in two consecutive crops. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 22, n. 6, p. 1-9, may 2018. Disponível em:< <https://www.journaljeai.com/index.php/JEAI/article/view/2096>>. Acesso em: 11 de outubro de 2021.

BORÉM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELLA, R. **Sorgo: do plantio a colheita.** Viçosa: UFV, 2014, 275 p.

CASTRO, E. et al. Potential for ethanol production from different sorghum cultivars. **Industrial Crops and Products**, v. 109, p. 367-373, dec. 2017. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669017305812>>. Acesso em: 12 de outubro.

DA SILVA, R. S. et al. Interação genótipo x ambiente em híbridos de sorgo biomassa. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: **Anais**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.1791-1794. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1055237>>. Acesso em: 05 de novembro de 2021.

FOCHESATTO, C.; PALU, G. M. **Potencial de uso do sorgo BRS 716 (sorgo biomassa) para produção de silagem.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Instituto Federal de Santa Catarina- Campus São Miguel do Oeste. São Miguel do Oeste, 2021. Disponível em: < <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2370>>. Acesso em: 10 de outubro de 2021.

JARQUÍN, D. et al. Increasing genomic-enabled prediction accuracy by modeling genotype x environment interactions in Kansas wheat. **The Plant Genome**, v. 10, n. 2, p. 1-15, jul. 2017. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28724062/>>. Acesso em: 06 de novembro de 2021.

MAY, A. et al. Espaçamento entrelinhas e população de plantas no desempenho produtivo do sorgo biomassa. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 434-439, mar. 2016. Disponível em:< <https://www.scielo.br/j/cr/a/tmDTsTY5VtJdTbKppJFvHXh/?lang=en>>. Acesso em 01 de novembro de 2021.

PARRELLA, R. A. C. Melhoramento genético do sorgo sacarino. **Agroenergia em Revista**. Sorgo sacarino: Tecnologia Agrônômica e Industrial para Alimentos e Energia. Brasília, v.3, p.7, set. 2011. Disponível em:< <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/901845>>. Acesso em: 03 de outubro de 2021.

PARRELLA, R.A. C. et al. Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo biomassa. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 41. Sete Lagoas, mar. 2011. Disponível em:<

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/921130/desempenho-agronomico-de-hibridos-de-sorgo-biomassa>>. Acesso em: 03 de outubro de 2021.

PARRELLA, R. A. C. et al. **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 275 p., 2014.

PERAZZO, A. F. et al. Características agronômicas e eficiência no uso da chuva de genótipos de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p.1771-1776, out. 2013. Disponível em:< <https://www.scielo.br/j/cr/a/f3BWz4rvbSndhFvX5xQhZjN/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 15 de outubro de 2021.

PEREIRA FILHO, I. A. et al. C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino [Sorghum bicolor L. MOENCH] em diferentes densidades de semeadura visando a características importantes na produção de etanol. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, p. 118 -127, dez. 2013. Disponível em:< <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/974365>>. Acesso em: 15 de outubro de 2021.

PIASSA, A. A. P. **Avaliação agronômica de cultivares de sorgo biomassa**. 2016. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. Disponível em:< <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/18991>>. Acesso em: 10 de outubro de 2021.

SCHUCK, D. A. et al. Productive behavior of biomass sorghum hybrids (Sorghum bicolor) for energy production in Sinop - MT. In: Genetics and Plant Breeding Meeting of Rio de Janeiro, 2., 2014. **Anais**. Campos Goytacazes, 2014. p. 57. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1002880/productive-behavior-of-biomass-sorghum-hybrids-sorghum-bicolor-for-energy-production-in-sinop-mt>>. Acesso em: 03 de outubro de 2021.

SILVA, R. A.; PARRELLA, R. A. da C.; RIBEIRO, P. C. de O. Desempenho agrônômico e composição de híbridos experimentais de sorgo biomassa com nervura marrom. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/BIC JÚNIOR, 12., 2017. **Anais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1086614/desempenho-agronomico-e-composicao-de-hibridos-experimentais-de-sorgo-biomassa-com-nervura-marrom>>. Acesso em: 03 de outubro de 2021.

SILVA, W. L. et al. Características morfogênicas e estruturais de híbridos de sorgo submetidos a adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, p. 691-696, abr. 2012. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119024993024>>. Acesso em: 14 de outubro de 2021.

SIMEONE, M. L. F. et al. Production and characterization of high-biomass sorghum pellet. **Brazilian Applied Science Review**. v. 2, n. 5, p. 1682-1695, 2018. Disponível em:< <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/478>>. Acesso em: 14 de outubro de 2021.

VENDRUSCOLO, T. P. S. **Desempenho agroenergético de genótipos de sorgo biomassa**. 2016. 80f. Dissertação (Pós Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas). Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres-MT, 2016. Disponível em:< http://portal.unemat.br/media/files/Dissertacao_Taiane%20Paula%20Streck%20Vendruscolo.pdf>. Acesso em: 13 de outubro de 2021.