

Produtividade do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) (Poaceae) submetido a diferentes fontes de adubação orgânica

Productivity of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) (Poaceae) subjected to different sources of organic fertilization

Productividad del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) (Poaceae) sometido a diferentes fuentes de fertilización orgánica

Recebido: 01/03/2022 | Revisado: 09/03/2022 | Aceito: 04/05/2022 | Publicado: 09/05/2022

Rafael de Almeida Leite

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4241-0281>
Universidade Estadual de Alagoas, Brasil
E-mail: rafael2020almeida@gmail.com

Rubens Pessoa de Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0140-1570>
Universidade Estadual de Alagoas, Brasil
E-mail: pessoa.rubens@gmail.com

João Pedro Silva Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6508-7106>
Universidade Estadual de Alagoas, Brasil
E-mail: jpoliveira875@gmail.com

Jaefson da Silva Cavalcante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0109-2640>
Universidade Estadual de Alagoas, Brasil
E-mail: jaefson4848@gmail.com

Daniel de Souza Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6230-2985>
Universidade Estadual de Alagoas, Brasil
E-mail: daniel.biologo14@gmail.com

Flávia da Silva Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5118-1150>
Universidade Estadual de Alagoas, Brasil
E-mail: lima08flavia@gmail.com

Dayane dos Santos Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4799-1158>
Universidade Estadual de Alagoas, Brasil
E-mail: rosariana.com@gmail.com

Jadielson Inácio de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4233-8889>
Universidade Estadual de Alagoas, Brasil
E-mail: jadielsonsousa2017@gmail.com

Wesley de Oliveira Galdino

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9007-8965>
Universidade Estadual de Alagoas, Brasil
E-mail: wesleygaldinobmx@gmail.com

Jessia Elem Cunha Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5783-9670>
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
E-mail: jessia.barbosa@arapiraca.ufal.br

Resumo

O sorgo é uma planta Poaceae com metabolismo C4 originária da África, apresenta alta adaptação a regiões áridas e semiáridas, apresentando uma boa resistência ao déficit hídrico e aos diferentes tipos de solos. Utilizada frequentemente na alimentação animal, humana e na produção de biocombustível, sendo a principal dela a alimentação animal. O sorgo forrageiro é uma boa alternativa para os sistemas de produção sustentável da agricultura familiar, pois suas características adaptativas e de produção fazem com que seja possível até uma substituição do milho, que apresenta um cultivo mais exigente e mais longo. A adubação orgânica na produção do sorgo pode fortalecer sua importância para a agricultura familiar, pois faz com que o pequeno produtor possa utilizar o que já tem na sua propriedade e conseguir uma produção vantajosa. O trabalho visou analisar a produção de sorgo com diferentes adubos orgânicos para avaliar qual deles apresenta melhor produção e melhor alternativa para o produtor. O esterco de aviário se mostrou diferente em

comparação aos demais adubos, demonstrando uma maior altura e diâmetro do caule. O adubo orgânico que teve destaque foi o esterco de aviário, que apresentou uma maior produção de sorgo em relação aos demais tratamentos, confirmando a positividade de sua utilização.

Palavras-chave: Pequeno agricultor; Planta forrageira; Substituição; Cultura agrícola.

Abstract

Sorghum is a Poaceae plant with C4 metabolism native to Africa, it has high adaptation to arid and semi-arid regions, showing good resistance to water deficit and to different types of soils. Often used in animal and human food and in the production of biofuel, the main one being animal feed. Forage sorghum is a good alternative for sustainable production systems in family farming, as its adaptive and production characteristics make it possible to replace corn, which has a more demanding and longer cultivation. Organic fertilization in the production of sorghum can strengthen its importance for family farming, as it allows the small producer to use what he already has on his property and achieve an advantageous production. The work aimed to analyze the production of sorghum with different organic fertilizers to evaluate which one presents the best production and the best alternative for the producer. The poultry manure was different compared to the other fertilizers, showing a greater height and stem diameter. The organic fertilizer that stood out was the poultry manure, which showed a higher sorghum production in relation to the other treatments, confirming the positivity of its use.

Keywords: Small farmer; forage plant; Replacement; Agricultural culture.

Resumen

El sorgo es una planta Poaceae con metabolismo C4 originaria de África, tiene alta adaptación a regiones áridas y semiáridas, mostrando buena resistencia al déficit hídrico ya diferentes tipos de suelos. A menudo se utiliza en la alimentación animal y humana y en la producción de biocombustibles, siendo el principal la alimentación animal. El sorgo forrajero es una buena alternativa para los sistemas productivos sostenibles en la agricultura familiar, ya que sus características adaptativas y productivas le permiten sustituir al maíz, que tiene un cultivo más exigente y prolongado. La fertilización orgánica en la producción de sorgo puede fortalecer su importancia para la agricultura familiar, ya que le permite al pequeño productor utilizar lo que ya tiene en su propiedad y lograr una producción ventajosa. El trabajo tuvo como objetivo analizar la producción de sorgo con diferentes fertilizantes orgánicos para evaluar cuál presenta la mejor producción y la mejor alternativa para el productor. La gallinaza fue diferente a los demás fertilizantes, mostrando mayor altura y diámetro de tallo. El abono orgánico que se destacó fue el estiércol avícola, que presentó una mayor producción de sorgo en relación a los demás tratamientos, confirmando la positividad de su uso.

Palabras clave: Pequeño agricultor; planta forrajera; Reemplazo; Cultura agrícola.

1. Introdução

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma planta da família Poaceae originária da África, apresenta um metabolismo C4, tendo alta capacidade fotossintéticas. O sorgo é caracteristicamente adaptado ao clima árido e semiárido, sendo resistente a altas temperaturas e ao déficit hídrico, apresentando alta adaptabilidade aos diferentes tipos de solo, podendo ser cultivado em terras onde algumas culturas não apresentam resultados significativos (Vanderlip, 2002; Braun et al., 2010; Behling et al., 2017; Hmielowski, 2017; Emendack et al., 2018; Abdelhalim et al., 2019; Manarelli et al., 2019).

O sorgo é utilizado para diferentes finalidades, tendo destaque a produção do sorgo forrageiro, sacarino e granífero. O sorgo forrageiro é utilizado como forragem e serve para a alimentação animal, sendo utilizado em natura e também em silagem. O sorgo sacarino é utilizado principalmente na produção de biocombustíveis, devidos suas características que levam a essa finalidade. O sorgo granífero é utilizado principalmente na alimentação humana, além de ser amplamente utilizada na produção de rações para aves, além do uso in natura de seus grãos (Oliveira et al., 2020; Lestari et al., 2021; Salas-Fernandez & Kemp, 2021; Sodré-Filho, 2021).

No Brasil o cultivo de sorgo cresce a cada ano (IBGE, 2020), isso se dá devido a alta adaptabilidade do sorgo, que além da resistência as características climáticas também exigem menos adubação que o milho, que é amplamente cultivado, onde o sorgo vem, em alguns casos, substituindo o mesmo, como por exemplo na alimentação animal (Andrade et al., 2008; Braun et al., 2010; Major et al., 2021), além disso o sorgo conta com um ciclo biológico bem menor que o do milho, completando seu ciclo em um período de 120 a 130 dias (Camacho et al., 2002; Neumann et al., 2002).

As mudanças climáticas, que trazem irregularidades nas chuvas e reduz a disponibilidade de água propicia para a irrigação das culturas agrícolas (Fao, 2020) faz com que sejam necessárias medidas e estudos que visem melhorar e aprimorar

os sistemas de produção (Elhag & Zhang, 2018). A adubação orgânica pode ser uma estratégia para tentar contornar os prejuízos e aumentar a lucratividade das propriedades agrícolas, que além de fertilizar o solo melhora as características físicas do mesmo (Reis et al., 2021; Šarauskis et al., 2021).

A adubação orgânica consiste na utilização de materiais orgânicos para adubação de uma determinada cultura, visando fornecer os nutrientes que essa cultura necessita para se desenvolver e completar seu ciclo. Os adubos orgânicos podem ser de duas origens, animal e vegetal. O adubo de origem animal, conhecido como esterco, é formado por excrementos sólidos e líquidos dos animais, podendo estar associado a restos vegetais. O adubo de origem vegetal é constituído basicamente por restos vegetais de culturas agrícolas (Penteado, 2001).

Devido ao sorgo apresentar boas características adaptativas aos diferentes solos e climas, o mesmo se mostra como uma cultura interessante para a agricultura familiar, que conta, geralmente, com menos tecnologias de produção e que apresentam em sua propriedade diferentes sistemas de produção sustentável (Machado & Fontaneli, 2014), o objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho do sorgo forrageiro submetido a diferentes fontes de adubação orgânica, visando identificar a melhor alternativa de produção de sorgo para a agricultura familiar.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido na casa de vegetação com sombrite (50% de luminosidade) da Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, Campus I (09° 45' 09" S, 36° 39' 40" W, 264 m), onde o acompanhamento do experimento ocorreu entre outubro de 2020 e fevereiro de 2021.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, disposto em quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos utilizados foram: T1 - Solo, T2 - Solo + esterco aviário, T3 - Solo + esterco caprino, T4 Solo + esterco bovino. O solo utilizado no experimento foi coletado no terreno da UNEAL, onde antes de iniciar o experimento o solo foi coletado e submetido a uma análise físico-química (Tabela 1).

O preparo do substrato foi baseado na mistura entre solo e esterco, onde para cada parte de esterco foram misturadas três partes de solo. Após a mistura, os substratos foram condicionados em vasos de polietileno com uma capacidade volumétrica de 5 L e humedecidos, metodologia adaptada de Barbosa et al. (2021).

O plantio das mudas se deu, inicialmente, em bandejas de polipropileno, onde as sementes foram semeadas em casca de arroz carbonizada e acompanhadas até atingirem uma altura média de 15 cm. Após atingirem uma altura média de 15 cm as mudas foram transplantadas para os vasos, onde se iniciou o acompanhamento em vaso dessas plantas.

Tabela 1. Análise do solo utilizado no experimento.

Parâmetros	Unidades de medida	Valores
pH (em água)	-	7,3
N	ppm	29
P	ppm	107
K	ppm	46
Ca + Mg	meq/100mL	5,5
Ca	meq/100mL	4
Mg	meq/100mL	1,5
Al	meq/100mL	0
H + Al	meq/100mL	0,9
S	Soma das bases	5,74
CTC	Efetiva	5,74
CTC	Cap. Troc. de Cátions - pH 7,0	6,64
% V	Ind. de Sat. de Bases	86,5
% M	Ind. Sat. de Al	0,0
SAT em K	%	1,8
M. O. T.	%	1,34

Fonte: Autores (2021).

O acompanhamento das plantas se deu semanalmente, onde foram anotadas em planilhas manuais as medidas referentes a altura da planta (AP), medida a partir do nível do solo até o ápice da planta, utilizando uma fita métrica e o diâmetro do caule (DC), sendo medido a quatro centímetros do nível do solo, com o uso de um paquímetro. Ao final do experimento as plantas foram retiradas dos vasos, separadas e foram coletados os dados referentes a massa fresca da planta (MFP), massa fresca das folhas (MFF), massa fresca do caule (MFC) e a massa fresca da raiz (MFR), utilizando balança de precisão.

Após a coleta dos dados os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software estatístico Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011).

3. Resultados

De acordo com a análise de variância realizada (Tabela 2) foi possível identificar que as variáveis referentes a altura da planta e ao diâmetro do caule se mostraram significativas quando comparadas pelo teste F a 1% de probabilidade. Enquanto isso, as variáveis referentes a massa fresca da planta não foram significativas ao serem submetidas a análise de variância pelo teste F.

Tabela 2. Análise de variância.

FV	AP	DC	MFP	MFF	MFC	MFR
AO	8,95**	17,16**	1,59 ^{ns}	0,69 ^{ns}	1,15 ^{ns}	2,35 ^{ns}
CV (%)	3,63	8,85	20,61	25,48	31,98	26,55

AP: Altura da Planta; DC: Diâmetro do Caule; MFP: Massa Fresca da Planta; MFF: Massa fresca das Folhas; MFC: Massa Fresca dos Caules; MFR: Massa fresca da Raiz. ** Significativo a 1% pelo teste F; NS Não significativo pelo teste F. Fonte: Autores (2021).

Ao realizar as médias pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 3), os tratamentos com solo mais esterco de aviário (S+EA) e solo mais esterco bovino (S+EB) apresentaram diferenças significativas em relação ao tratamento utilizando apenas solo (S), que serviu como testemunha quando analisada a altura da planta (AP), enquanto o tratamento utilizando solo mais esterco caprino (S+EC) apresentou resultados semelhantes tanto a testemunha quanto aos demais tratamentos.

Em relação a variável referente ao diâmetro do caule (DC) (Tabela 3) todos os tratamentos que utilizaram substratos orgânicos mais solo se diferiram em relação a testemunha, mas não houve diferenças significativas entre eles, assim como as

variáveis referentes as médias da massa fresca da planta, que também não se diferiram entre si ao serem analisadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

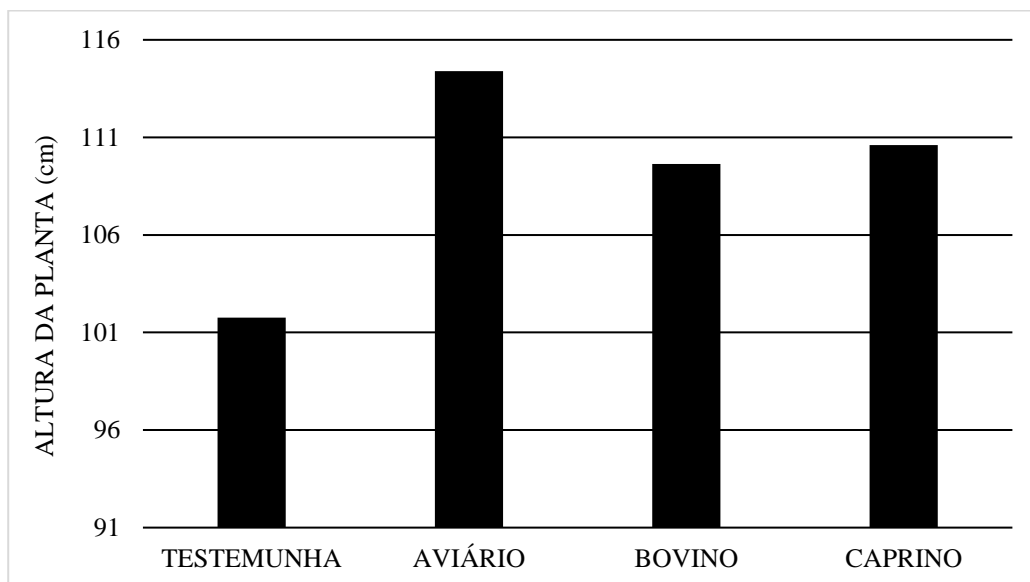
Tabela 3. Média dos resultados do desempenho do Sorgo nos diferentes substratos.

Tratamento	AP	DC	MFP	MFF	MFC	MFR
S	101.76a	8.08a	40.96a	16.97a	17.90a	6.09a
S+EA	114.40b	11.96b	51.36a	21.09a	21.52a	8.74a
S+EC	109.64ac	10.68c	40.51a	18.04a	14.86a	7.60a
T+EB	110.60c	11.48c	47.32a	18.14a	19.78a	9.40a

AP: Altura da Planta; DC: Diâmetro do Caule; MFP: Massa Fresca da Planta; MFF: Massa fresca das Folhas; MFC: Massa Fresca dos Caules; MFR: Massa fresca da Raiz. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de Probabilidade. Fonte: Autores (2021).

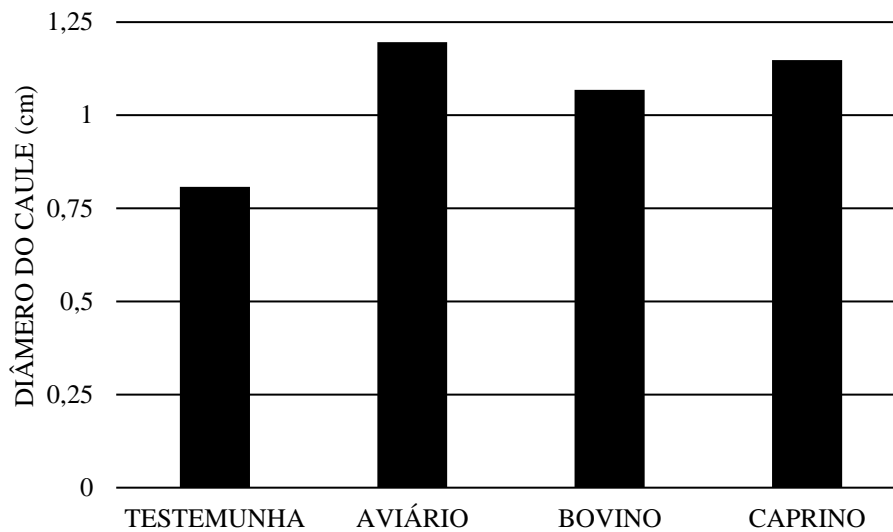
A média total de crescimento entre os tratamentos (Figura 2) mostra que o esterco de aviário se sobressai em relação aos demais tratamentos, apresentando uma maior média total, assim como a média total do diâmetro do caule (Figura 3).

Figura 1. Média de crescimento total entre os tratamentos.



Fonte: Autores (2021).

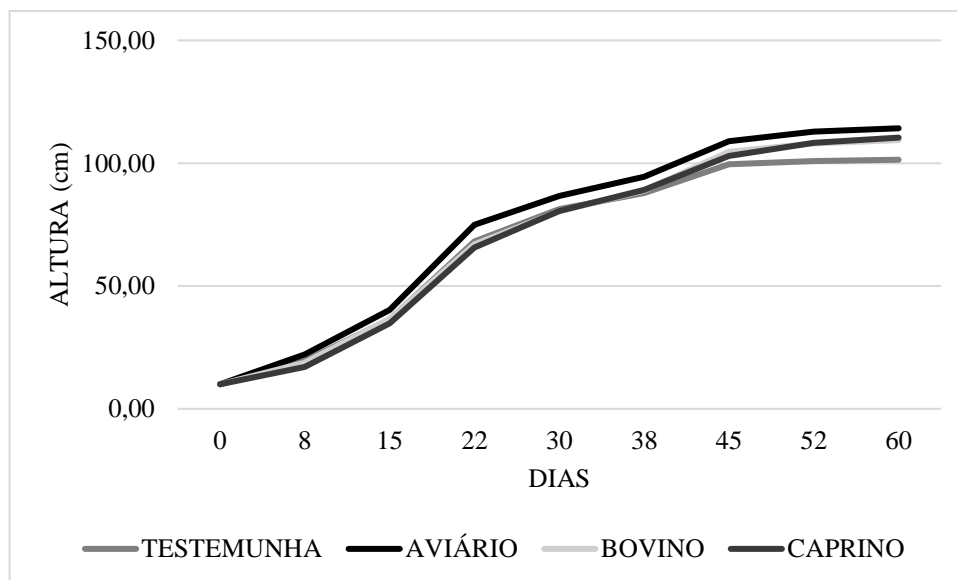
Figura 2. Média do diâmetro do total caule entre os tratamentos.



Fonte: Autores (2021).

Em relação a taxa de crescimento, todos os tratamentos se comportaram de forma semelhante (Figura 1), apresentando um maior percentual de crescimento nos primeiros 20 dias, tendo curva de crescimento perceptível até os 45 dias, que foi quando o crescimento começou a cessar e a planta se manteve estável até o encerramento do experimento.

Figura 3. Percentual de crescimento das plantas em 60 dias.



Fonte: Autores (2021).

4. Discussão

A altura da planta e o diâmetro do caule foram as variáveis que mais se destacaram, sobretudo nos tratamentos utilizando esterco de aviário, essa diferença no esterco de aviário pode está relacionada a quantidade dos três principais macronutrientes (NPK) na composição do esterco de aviário, isso também foi afirmado por Dariva et al. (2018) ao analisar o desenvolvimento do milho submetido a adubação com esterco de aviário, que também encontraram um bom desenvolvimento da parte aérea da planta.

Devido a altura da planta e o diâmetro do caule se comportarem de forma positiva a adubação com esterco de aviário, a utilização dessa adubação com a finalidade de sua utilização para a silagem se torna positiva, pois faz com que o sorgo tenha um maior desenvolvimento de sua parte aérea, o que pode ser benéfico para a silagem. Sua utilização faz com que a parte aérea da planta tenha um maior desenvolvimento (Silveira Júnior, 2013) e de acordo com Ferreira et al. (2015), fazer com que a concentração de proteínas na parte aérea da planta aumente. Noce et al. (2010) cita que dependendo da disponibilidade e do custo de obtenção, é possível substituir satisfatoriamente a adubação química do milho pela adubação orgânica a base de esterco de aviário, fato que também pode ser estudado em relação ao sorgo. Essas características mostradas pelo sorgo submetido a adubação a base do esterco de aviário pode levar a uma substituição do milho pelos pequenos agricultores, pois torna a sua produção eficiente e também traz uma alternativa para a manutenção de sua propriedade.

Um ponto a ser analisado em relação ao uso de esterco de aviário é sua disponibilidade, pois para o pequeno produtor, a produção de esterco de aviário em sua propriedade não é tão grande. Noce et al. (2010) cita uma alternativa para esse problema de disponibilidade, onde encontra que utilizando o implemento de uma fonte de fósforo à cama de frango faz com que seja possível utilizar um volume menor de esterco sem que haja prejuízos para a produção de milho, o que também pode ser testado para o sorgo, que apresenta características agrônômicas semelhante ao sorgo.

5. Considerações Finais

O esterco de aviário apresentou maior produtividade em relação aos demais tratamentos, fazendo com que seja possível sua utilização para a produção de sorgo forrageiro.

É sugerido que sejam realizadas novas pesquisas em campo, visando avaliar o desempenho do sorgo nos diferentes substratos orgânicos em condições naturais de campo, objetivando avaliar a desempenho. É sugerido também avaliar diferentes dosagens de esterco aviário, a fim de ter o entendimento do comportamento do mesmo de acordo com a dosagem.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas -FAPEAL, por financiar a pesquisa por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Tecnológica e Inovação –PIBITI.

À Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL por contribuir junto a FAPEAL com o programa.

Ao Grupo de Estudos Ambientais e Etnobiológicos – GEMBIO por todo o suporte na execução da pesquisa.

Referências

- Abdelhalim, T. S., Kamal, N. M., & Hassan, A. B. (2019). Nutritional potential of wild sorghum: grain quality of Sudanese wild sorghum genotypes (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Food Science & Nutrition*, 7(4), 1529-1539. [10.1002/fsn3.1002](https://doi.org/10.1002/fsn3.1002)
- Andrade, A. S., Jr., Bastos, E. A., Cardoso, M. J., & Silva, C. O. (2008). *Zoneamento de risco climático para a cultura do milho no Estado do Piauí*. (Documentos, 170). Teresina: EMBRAPA Meio-Norte.
- Barbosa, M. L., Barros, R. P. de, & Pinheiro, R. A. (2021). Aspectos biológicos e produtivos do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) sob adubação húmica: Biological and productive aspects of tomato (*Solanum lycopersicum*) under humic fertilization. *Revista Ambientale*, 13(1), 71–78. <https://doi.org/10.48180/ambientale.v13i1.282>
- Behling, A., Neto, Reis, R. H. P., Cabral, L. D. S., Abreu, J. G. de, Sousa, D. D. P., Pedreira, B. C., & Carvalho, A. P. S. (2017). Fermentation characteristics of different purpose sorghum silage. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(4, Supl. 1), 2607. [10.5433/1679-0359.2017v38n4supl1p2607](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4supl1p2607)
- Braun, R., Karlen, D., & Johnson, D. (2010). Sustainable alternative fuel feedstock opportunities, challenges and roadmaps for six US regions. In *Proceedings of the Sustainable Feedstocks for Advanced Biofuels Workshop*, 28-30.
- Camacho, R., Malavolta, E., Guerrero-Alves, J., & Camacho, T. (2002). Vegetative growth of grain sorghum in response to phosphorus nutrition. *Scientia Agricola*, 59(4), 771-776.
- Cardoso, W. S., Tardin, F. D., Tavares, G. P., Queiroz, P. V., Mota, S. S., Kasuya, M. C. M., & Queiroz, J. H. D. (2013). Utilização de palha de sorgo (*Sorghum bicolor*) para produção de etanol de segunda geração: pré-tratamento e hidrólise enzimática. *Química Nova*, 36 (5), 623-627.

- Dariva, P. H., Moreira, C. R. & Laureth, J. C. U. (2018). *Uso de cama de aviário na adubação da cultura do milho*. In: 12ª Semana Acadêmica de Agronomia.
- Elhag, K. M., & Zhang, W. (2018). Monitoring and assessment of drought focused on its impact on sorghum yield over sudan by using meteorological drought indices for the period 2001-2011. *Remote Sensing*, 10(8), 1231. <https://doi.org/10.3390/rs10081231>
- Emendack, Y., Burke, J., Sanchez, J., Laza, H. E., & Hayes, C. (2018). Agro-morphological characterization of diverse sorghum lines for pre-and post-flowering drought tolerance. *Australian Journal of Crop Science*, 12(1), 135-150. <https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.01.pne790>
- FAO. (2020). *The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming Water Challenges in Agriculture*.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35, 1039-1042. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Ferreira, S. G. C., Cerveira, K. S., & Andreatzi, M. A. (2015). VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DA CAMA DE AVIÁRIO COMO FERTILIZANTE EM PASTAGENS. In IX EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica UniCesumar.
- Hmielowski, T. (2017). Sorghum: state of the art and future perspectives. *CSA News*, 62(1), 4-7. 10.21 34/csa2017.62.1109
- Kumar, S., Agrawal, R. K., Dixit, A. K., Rai, A. K., Singh, J. B., & Rai, S. K. (2012). Forage production technology for arable lands. *Technology Bulletin*, 39(9), 255-260.
- Lestari, R., Tyas, K. N., Rachmadiyah, A. N., Magandhi, M., Primananda, E., Husaini, I. P. A., & Kobayashi, M. (2021). Response of biomass, grain production, and sugar content of four sorghum plant varieties (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) to different plant densities. *Open Agriculture*, 6(1), 761-770. <https://doi.org/10.1515/opag-2021-0055>
- Machado, J. D. A., & Fontaneli, R. S. (2014). Inserção das culturas de milho e sorgo na agricultura familiar na região sul brasileira. *Embrapa Milho e Sorgo- Capítulo em livro científico (ALICE)*.
- Major, D. J., McGinn, S. M., & Beauchemin, K. A. (2021). Climate change impacts on maize heat unit for the Canadian Prairie provinces. *Agronomy Journal*, 113(2), 1852-1864. 10.1002/agj2.20574
- Manarelli, D. M., Orrico, M. A. P., Jr., Retore, M., Vargas, F. M., Jr., Silva, M. S. J., Orrico, A. C. A., & Neves, F. O. (2019). Productive performance and quantitative carcass traits of lambs fed saccharine sorghum silage. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 54(e00577), 1-10. 10.1590/s1678-3921.pab2019.v54.00577
- Neumann, M., Restle, J., Alves Filho, D. C., Brondani, I. L., & Menezes, L. F. G. D. (2002). Resposta econômica da terminação de novilhos em confinamento, alimentados com silagens de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). *Ciência Rural*, 32(5), 849-854.
- Noce, M. A., Carvalho, D. D. O., Oliveira, A. C., & Chaves, F. F. (2010). Fertilização orgânica do milho para silagem utilizando cama de frango em doses e sistemas de aplicação distintos. In *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos... Sete Lagoas: ABMS, 2010.
- Oliveira, S.; Costa, K.A.; Severiano, E.; Silva, A.; Dias, M.; Oliveira, G.; Costa, J.V. 2020. Performance of grain sorghum and forage of the genus *Brachiaria* in integrated agricultural production systems. *Agronomy* 10: 1714.
- Penteado, S. R. (2001). *Agricultura orgânica*. Piracicaba: ESALQ-Divisão de Biblioteca e Documentação, 41.
- Reis, S. D. D. S. D., Junior, M. A. P. O., Tomazi, M., Cunha, S. S., Orrico, A. C. A., Alves, J. P., & Galeano, E. S. J. (2021). Is organic fertilizer application a viable alternative to synthetic fertilizer for Piatã grass? *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 9(3), 300-306. [https://doi.org/10.17138/tgft\(9\)300-306](https://doi.org/10.17138/tgft(9)300-306)
- Salas-Fernandez, M. G., & Kemp, J. (2021). Registration of IA100RPS and IA101RPS sorghum inbred lines for photoperiod-sensitive biomass hybrids. *Journal of Plant Registrations*. <https://doi.org/10.1002/plr2.20199>
- Šarauškas, E., Naujokienė, V., Lekavičienė, K., Kriauciūnienė, Z., Jotautienė, E., Jasinskas, A., & Zinkevičienė, R. (2021). Application of Granular and Non-Granular Organic Fertilizers in Terms of Energy, *Environmental and Economic Efficiency*. *Sustainability*, 13(17), 9740. <https://doi.org/10.3390/su13179740>
- Silveira Júnior, O. (2013). Uso de biofertilizante em monocultivos e em consórcio de sorgo forrageiro e capim Piatã. Universidade Federal do Tocantins Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical, *Dissertação de mestrado*. 73.
- Sodré Filho, J., Marchão, R.L., Carmona, R., & Carvalho, AMD (2021). Consórcio de sorgo e gramíneas durante a entressafra no Cerrado brasileiro. *Scientia Agrícola*, 79.
- Vanderlip, R. L. (2002). Sorgo: Origem, História, Tecnologia e Produção. *Crop Science*, 42 (3), 980.