

Componentes morfológicos do sorgo cultivar “BRS Ponta Negra” (*Sorghum bicolor* L. Moench), sob doses de águas residuárias de suinocultura

Morphological components of sorghum cultivar “BRS Ponta Negra” (*Sorghum bicolor* L. Moench), under doses of pig farming wastewater

Componentes morfológicos de cultivar de sorgo “BRS Ponta Negra” (*Sorghum bicolor* L. Moench), bajo dosis de aguas residuales de porcicultura

Recebido: 18/02/2024 | Revisado: 28/02/2024 | Aceitado: 29/02/2024 | Publicado: 02/03/2024

Manuel Antonio Navarro Vásquez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6207-1603>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: avasquez@ifce.edu.br

Francisco Rondynelle Rodrigues Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2794-7934>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: rondynelle_17@hotmail.com

Edilza Maria Felipe Vásquez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2834-7818>

Universidade Federal do Cariri, Brasil

E-mail: edilza.felipe@ufca.edu.br

Antônio Lourival Azevedo Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3086-6351>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: lourival_azevedo@hotmail.com

Francisco Gauberto Barros dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4798-074X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: gauberto@ifce.edu.br

Resumo

O uso de águas residuárias da suinocultura na agricultura deve integrar sistemas de produção que propiciem ganhos econômicos e equilíbrio ambiental. Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho dos componentes morfológicos da planta de sorgo, cultivar “BRS Ponta Negra”, sob aporte de diferentes doses de águas residuárias de suinocultura (ARS). O experimento foi instalado na área experimental do IFCE Crato – CE, em sacos de polietileno com volume de 4,9 dm³, contendo 6,9 kg do solo e alocados ao ar livre. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em quatro doses de ARS (D₁ = 0; D₂ = 0,25; D₃ = 0,50 e D₄ = 0,75 L pl⁻¹) aplicados em três etapas fenológicas da cultura. Os componentes da planta que obtiveram significância (p < 0,05) e ajustados a modelos de regressão quadráticas em resposta as doses de ARS foram: massa verde da folha, massa seca da folha, massa verde do colmo, massa seca do colmo, massa verde da planta e massa seca da planta; com incrementos da dose D₁ para a dose D₄ para estas variáveis, em 74,57; 12,34; 191,50; 120,03; 50,06; 18,76; 255,92 e 142,69 g, respectivamente.

Palavras-chave: Componentes morfológicos; Sorgo forrageiro; Biofertilizante; Produção orgânica.

Abstract

The use of wastewater from pig farming in agriculture, must integrate production systems that provide economic gains and environmental balance. This work aimed to evaluate the performance of the morphological components of the sorghum plant cultivar “BRS Ponta Negra” under the input of different doses of swine wastewater (ARS). The experiment was installed in the experimental area of IFCE Crato – CE, in polyethylene bags with a volume of 4.9 dm³, containing 6.9 kg of soil and placed outdoors. The experiment was conducted in a randomized block design, with four treatments and four replications. The treatments consisted of four doses of ARS (D₁ = 0; D₂ = 0.25; D₃ = 0.50 and D₄ = 0.75 L pl⁻¹) applied in three phenological stages of the crop. The plant components that obtained significance (p < 0.05) and adjusted to quadratic regression models in response to ARS doses were: leaf green mass, leaf dry mass, stem green mass, stem dry mass, plant seal and dry mass of the plant; with increments from the D₁ dose to the D₄ dose for these variables, by 74.57; 12.34; 191.50; 120.03; 50.06; 18.76; 255.92 and 142.69 g respectively.

Keywords: Morphological components; Forage sorghum; Biofertilizer; Organic production.

Resumen

El uso de aguas residuales de porcicultura en la agricultura debe integrar sistemas de producción que proporcionen ganancias económicas y equilibrio ambiental. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de los componentes morfológicos de la planta de sorgo cultivar “BRS Ponta Negra” bajo el aporte de diferentes dosis de aguas residuales de porcicultura (ARS). El experimento fue instalado en el área experimental del IFCE Crato – CE, en bolsas de polietileno con un volumen de 4,9 dm³, conteniendo 6,9 kg de suelo y colocadas al aire libre. El experimento se realizó en un diseño de bloques al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en cuatro dosis de ARS (D₁ = 0; D₂ = 0.25; D₃ = 0.50 y D₄ = 0.75 L pl⁻¹) aplicadas en tres estados fenológicos del cultivo. Los componentes de la planta que obtuvieron significancia (p < 0,05) y se ajustaron a modelos de regresión cuadrática en respuesta a las dosis de ARS fueron: masa verde de hojas, masa seca de hojas, masa verde de tallo, masa seca de tallo, masa verde de la planta y masa seca de la planta; con incrementos de la dosis D₁ a la dosis D₄ para estas variables, de 74,57; 12,34; 191,50; 120,03; 50,06; 18,76; 255,92 y 142,69 g respectivamente.

Palabras clave: Componentes morfológicos; Sorgo forrajero; Biofertilizante; Producción orgánica.

1. Introdução

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], nativo da África, é uma gramínea pertencente à família *Poaceae*, está entre os principais cereais cultivados no mundo, com evidências de sua domesticação em regiões do Sudão, Etiópia e África Ocidental como centros de origem (Ananda et al. 2020).

África e as Américas são responsáveis pela maior parte do sorgo produzido no mundo, com 47% e 34% da produção total do sorgo, respectivamente (FAO, 2020). Enquanto no Brasil e em alguns países ocidentais o cultivo do sorgo é utilizado para alimentação animal mediante corte verde como silagem, pastejo e cada vez mais vem tomando destaque por apresentar boa digestibilidade, alto teor energético e elevada produtividade, além disto, o sorgo resiste a ambientes secos e quentes (Bhat, 2019).

A cultivar de sorgo “BRS Ponta Negra” destaca-se pela sua precocidade, com corte no ponto ideal para silagem próximo aos noventa dias após o plantio, sendo viável sua produção em regiões com restrições hídricas. Além de que, a variedade ainda possui resistência ao acamamento, alta capacidade de acúmulo de matéria seca, baixo custo de produção, com tolerância a doenças como a Antracnose (Santos et al., 2007).

O estudo dos componentes morfológicos da planta de sorgo resulta sendo um indicativo de sua qualidade quanto a forragem para ser consumida pelos animais (Castro, 2018). Sabe-se que, o maior volume de folhas e menor de colmo disponibiliza um material de melhor qualidade para a produção de silagens, pois a digestibilidade da fração folha é maior do que colmo (Silva et al., 2012), e a fração colmo é considerada como a principal responsável pela produção de silagens de menor valor nutritivo, devido a sua baixa qualidade nutricional (Costa et al., 2016), já a panícula contribui para a produção de silagem com alto conteúdo energético (Aguilar et al., 2015).

Quando a cultura recebe adubação em quantidades corretas, ela passa a ter capacidade para expressar todo seu potencial produtivo. Segundo Rabelo et al. (2012), a cultura do sorgo responde de forma efetiva à adubação, sendo o nitrogênio, fósforo e o potássio os nutrientes de maior resposta para o desenvolvimento dos atributos morfológicos e produtivos do sorgo para silagem.

Em referência a utilização de águas residuárias da suinocultura, estudos demonstraram que a produtividade agrícola aumenta significativamente em áreas com aplicações de volumes apropriados e quando manejadas adequadamente (Bolzani et al., 2012). Por ser um resíduo que contém teores elevados de matéria orgânica e de outros nutrientes, as águas residuárias da suinocultura podem melhorar as propriedades físicas e as características químicas e biológicas do solo, o que possibilita seu aproveitamento na agricultura como fornecedor de nutrientes e elementos benéficos ao desenvolvimento e à produção das plantas (Scherer et al., 2010).

Diante do exposto, este trabalho objetiva avaliar os componentes morfológicos da cultivar de sorgo “BRS Ponta Negra”, sob aporte de diferentes doses de águas residuárias de suinocultura.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *Campus Crato*, com coordenadas geográficas aproximadas, no ponto central da área: latitude 07°12' 43" S, longitude 39°26'37" W e altitude 540 m acima do nível do mar. O clima da região, segundo classificação de Köppen (1928), é AW, correspondente a um clima tropical úmido, com pluviosidade média anual de 850 mm, temperatura média do ar de 27 °C e umidade relativa em torno de 75%.

Coletou-se solo classificado segundo EMBRAPA (2006) como Argissolo, em 14 de agosto de 2020, na camada de 0-0,20 m, que, após secagem e peneiramento, foram preenchidos sacos de polietileno com volume de 4,9 dm³, contendo 6,9 kg do solo e alocados ao ar livre, onde foi realizada a semeadura no dia 11 de setembro de 2020.

Foram realizadas análises químicas e físicas da amostra de solo, segundo a metodologia sugerida pela EMBRAPA (2011). De acordo com os resultados da análise química do solo (Tabela 1), possui reação neutra, teores altos de fósforo disponível, altos de potássio, de cálcio e de magnésio, alta saturação por bases, altos valores de capacidade de troca catiônica e de matéria orgânica (SBCS, 2004). Fisicamente o solo é de textura franco arenosa (Tabela 2).

Tabela 1 - Resultado das análises químicas* do solo da área experimental.

Atributos Químicos									
pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Al+H	Al ³⁺	SB	T
Água 1:2,5	mg dm ⁻³								
7,0	1424	0,84	9,60	2,40	0,17	0,0	0,0	13,02	13,02
V	C	MO	CE	Cu	Fe	Mn	Zn		
(%)	g kg ⁻¹		dS m ⁻¹					mg dm ⁻³	
100	11,8	20,3	0,52	1,2	85,4	156,3	58,1		

* P - Fósforo; K⁺ - Potássio; Ca²⁺ - Cálcio; Mg²⁺ - Magnésio; Na⁺ - Sódio; Al+H - Acidez potencial; Al³⁺ - Alumínio trocável; SB - soma de bases; T - Capacidade de troca de cátions efetiva; V - Saturação por bases; C - Carbono; MO - Matéria orgânica; CE - Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; Cu - Cobre; Fe - Ferro; Mn - Manganês; Zn - Zinco; B - Boro; S - Enxofre. Fonte: Autoria própria.

Tabela 2 - Resultado das análises físicas* do solo da área experimental.

Atributos Físicos						
AT	S	A	P	Ds	Dp	CT
	(g kg ⁻¹)		%		kg dm ⁻³	
738,15	112,67	149,18	46,93	1,4	2,6	Fraco arenoso

*AT - Areia total; S - Silte; A - Argila; P - Porosidade; Ds - Densidade do solo; Dp - Densidade das partículas; CT - Classificação textural. Fonte: Autoria própria.

Na semeadura, foram colocadas três sementes de sorgo, cultivar “BRS Ponta Negra” de ciclo médio, por saco, sendo realizado desbaste aos 15 dias após a emergência (DAE), deixando-se uma planta por saco.

A irrigação da forrageira foi efetuada diariamente, com base na evapotranspiração potencial de referência (ET_o), calculada segundo metodologia de Hargreaves & Samani, descritos por Lima et al. (2016) e utilizando o coeficiente da cultura de sorgo “BRS Ponta Negra” (K_c) de 0,40; 0,68; 1,14; e 1,10 nos estádios fenológicos da cultura (fase inicial, desenvolvimento vegetativo, floração/frutificação e maturação) encontrados por Oliveira et al. (2014), com frequência diária, totalizando uma lâmina de irrigação de 559,35 mm durante o período de estudo (11 de setembro a 22 de dezembro de 2020).

Os resultados de lâminas de irrigação diárias calculados por este método, foram convertidos a volume, os quais variaram de 0,12 a 0,39 L, os que foram aplicados diariamente a cada saco contendo uma planta, com um regador em horário

da manhã. No momento da aplicação das doses de ARS, a irrigação foi realizada de forma a completar a lâmina que representava o volume das doses aplicadas.

As aplicações das doses de ARS foram realizadas em quatro datas diferentes: 28/09/2021 (05 DAE), 11/10/2021 (15 DAE), 28/10/2021 (32 DAE), e 14/11/2021(49 DAE), sendo em cada etapa aplicada um quarto das doses de ARS, de acordo com o tratamento, coincidindo com as fases inicial, desenvolvimento vegetativo, floração/frutificação.

Para a análise química da ARS foi utilizada a metodologia da EMBRAPA (Almeida, 2010) e cujos resultados são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Caracterização química da água residuária de suinicultura*, aplicado aos tratamentos.

Teores de macronutrientes (mmol L ⁻¹)		Teores de micronutrientes (mg L ⁻¹)	
Ca ²⁺	2,80	Cu	0,04
Mg ²⁺	7,00	Mn	0,35
Na ⁺	0,73	Fe	0,28
K ⁺	6,36	Zn	0,20
CO ₃ ²⁺	0,00		
HCO ₃	22,20		
SO ₃ ²⁺	5,69		
Cl ⁻	10,50		
pH	7,20	CE (25 °C)	3,97 dS m ⁻¹
CaCO ₃	49,00 mg L ⁻¹	RAS	0,21

*Ca²⁺ - Cálcio; Mg²⁺ - Magnésio; Na⁺ -- Sódio; K⁺ - Potássio; CO₃²⁺ - Carbonatos; HCO₃ - Bicarbonatos; SO₃²⁺ - Sulfatos; Cl⁻ - Cloretos; CaCO₃ - Dureza total; Cu - Cobre; Mn - Manganês; Fe - Ferro; Zn - Zinco; CE – Condutividade elétrica; RAS - Relação Adsorção de Sódio. Fonte: Autoria própria.

O sorgo foi colhido aos 102 dias após a semeadura (DAS), no estádio de grãos farináceos duros, o corte foi realizado manualmente na base do caule (10 cm acima do solo) com ajuda de tesoura de poda.

Para fins do experimento, foram avaliados os componentes morfológicos: massa verde da folha (MVF) (g), massa seca da folha (MSF) (g), massa verde do colmo (MVC) (g), massa seca do colmo (MSC) (g), massa verde da panícula (MVPani) (g), massa seca da panícula (MSPani) (g), massa verde da planta (MVP) (g) e massa seca da planta (MSP) (g).

As amostras dos componentes morfológicos foram pesadas e secas em estufa de ventilação forçada a 65°C, até atingirem peso constante para se estabelecer a proporção com base na massa seca.

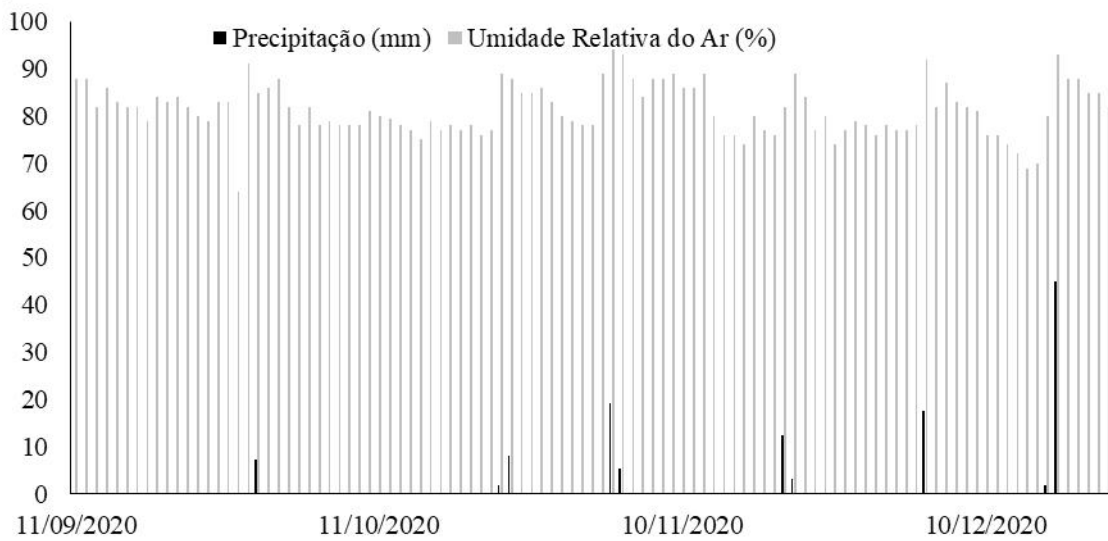
Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições, os tratamentos consistiram das doses de ARS (D₁ = 0; D₂ = 0,25; D₃ = 0,50 e D₄ = 0,75 L pl⁻¹), proveniente da unidade de produção de suínos do IFCE - Campus Crato.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade para verificar a significância, e as médias de cada tratamento foram ajustadas por modelos de regressão, considerando-se as doses de ARS como variáveis independentes e os componentes da planta como a variável dependente, com o auxílio do programa estatístico SISVAR, versão 5.3 (Ferreira, 2011).

3. Resultados e Discussão

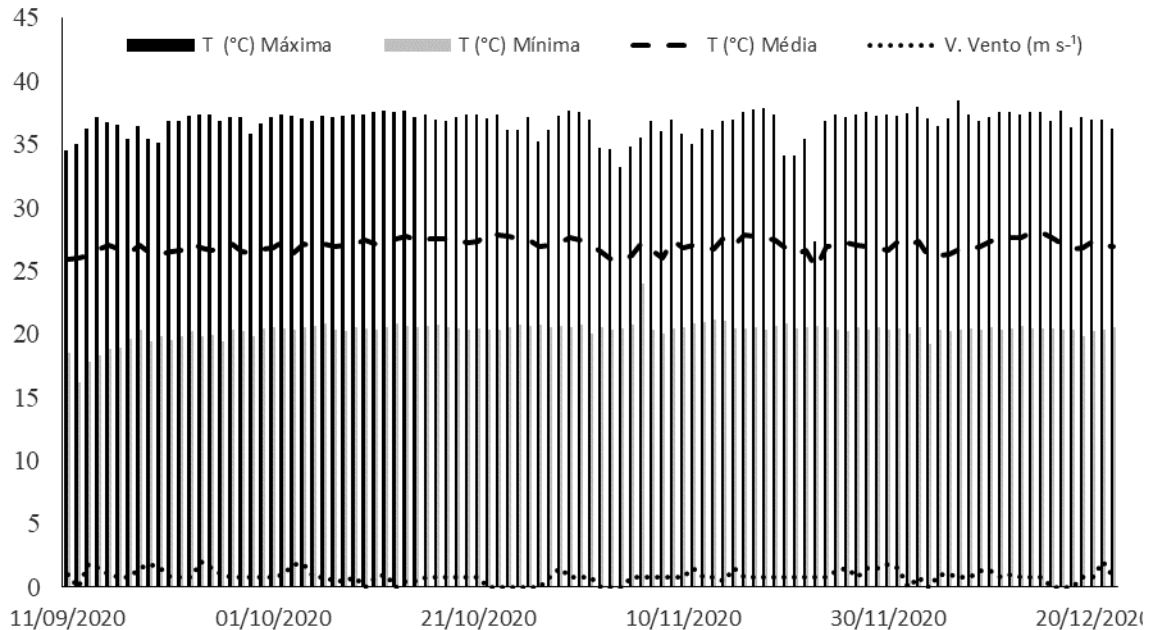
As variáveis meteorológicas referentes a precipitação (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas, máxima, mínima, média (°C), e velocidade do vento (m s⁻¹), ocorridas durante os meses de desenvolvimento e produção da cultivar de sorgo “BRS Ponta Negra” (11 de setembro a 22 de dezembro 2020), podem ser observadas nas Figuras 1 e 2.

Figura 1 - Precipitação (mm) e Umidade Relativa do Ar (%) observadas no período de 11 de setembro a 22 dezembro de 2020. Estação Meteorologia de Barbalha, CE. Distante a 20 km do local da realização do experimento.



Fonte: Rede do BDMEP – INMET.

Figura 2 - Temperaturas (°C) máximas, mínimas e médias observadas no período de 11 de setembro a 22 dezembro de 2020. Estação Meteorologia de Barbalha, CE. Distante a 20 km do local da realização do experimento.



Fonte: Rede do BDMEP – INMET.

Observa-se somente 10 dias de precipitação, com valores que vão de 1,8 mm a 45,1 mm, e o total acumulado chegou a 122 mm. A umidade relativa do ar oscilou entre 64 e 89 %, registrando-se menores valores nos dias mais quentes. Os valores máximos, mínimos e médios de temperatura indicaram pouca variação durante o período do experimentando, com valores médios entre 37, 20 e 26° C, respectivamente. Já os valores máximos de velocidade do vento não ultrapassaram os 2,1 m s⁻¹, sem ocasionar danos no florescimento e produção da panícula.

A Tabela 4 apresenta a Massa Verde da Folha (MVF) (g), Massa Seca da Folha (MSF) (g), Massa Verde do Colmo (MVC) (g), Massa Seca do Colmo (MSC) (g), Massa Verde da Panícula (MVPani) (g) e Massa Seca da Panícula (MSPani) (g), em função das doses de ARS aplicados.

Houve diferença estatística ($P < 0,05$) entre a dose D_1 e as demais doses (D_2 , D_3 e D_4) para as variáveis MVF, MSF, MVC, e MSC, enquanto para as variáveis MVPani e MSPani a diferença estatística se deu somente com relação a dose D_4 . Observa-se também que a análise de regressão apresentou efeito significativo entre as doses de ARS aplicados, com um alto coeficiente de determinação (R^2) que vai desde 85,45 até 99,66%, e o modelo das equações de regressão que melhor se ajustou foi quadrático, ou seja, à medida que se aumentaram as doses de ARS houve incrementos nos valores máximos destas variáveis, em 74,57; 12,34; 191,50; 120,03; 50,06 e 18,76 g respectivamente.

Tabela 4 - Massa Verde da Folha (MVF) (g), Massa Seca da Folha (MSF) (g), Massa Verde do Colmo (MVC), Massa Seca do Colmo (MSC), Massa Verde da Panícula (MVPani) (g) e Massa Seca da Panícula (MSPani) (g), em função de doses de água residuária (ARS) aplicadas.

ARS (L pl ⁻¹)	Parâmetros avaliados					
	MVF (g)	MSF (g)	MVC (g)	MSC (g)	MVPani (g)	MSPani (g)
D₁	103,56 a	16,99 a	418,81 a	262,46 a	98,75 a	20,63 a
D₂	155,00 b	25,43 b	549,38 ab	352,86 ab	89,25 a	18,65 a
D₃	156,88 b	25,74 b	600,00 b	376,03 b	74,06 a	15,47 a
D₄	178,13 b	29,23 b	610,31 b	382,49 b	148,81 b	39,39 b
Média	148,39	24,35	544,62	343,46	102,72	23,53
CV (%)	27,91	27,91	28,92	30,31	41,24	80,49
R² (%)	92,10	92,11	99,66	98,62	85,45%	88,53
Modelo	Quadrático	Quadrático	Quadrático	Quadrático	Quadrático	Quadrático

Equação de regressão: Massa verde das folhas (MVF) (g): $y = 107,009375 + 1,807875 x - 0,012075 x^2$; Massa seca das folhas (MSF) (g): $y = 17,560237 + 0,296602 x - 0,001980 x^2$; Massa verde do Colmo (MVC) (g): $y = 420,787813 + 6,108262 x - 0,048102 x^2$; Massa seca do Colmo (MSC) (g): $y = 264,982812 + 4,051063 x - 0,033573 x^2$; Massa verde da Panícula (MVPani) (g): $y = 103,531250 - 1,987500 x + 0,033700 x^2$; Massa seca da panícula (MSPani) (g): $y = 22,041209 - 0,564572 x + 0,010361 x^2$. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste F no nível de 5% de significância. Fonte: Autoria própria.

Diante dos parâmetros avaliados em cada unidade experimental (sacos de polietileno com volume de 4,9 dm³, contendo 6,9 kg do solo) e para realizar as comparações com outras pesquisas a campo definitivo, foi considerando o espaçamento de 0,70 m entre filas e 0,20 m entre plantas, levando-nos a um número estimado de 71.429 plantas por hectare.

Ferreira (2016), avaliando características agrônomicas e composição química de cultivares de sorgo forrageiro encontrou que a produção de matéria seca da folha (MSF) foi afetada ($P < 0,05$) pelos tratamentos, onde o genótipo 1 (467-4-2 x 1158) foi o mais produtivo, com 3,13 t ha⁻¹; o genótipo 9 (389-5-1 x 1158) apresentou a menor produção (0,75 t ha⁻¹), e a média entre todas as cultivares foi de 1,34 t ha⁻¹. Já, na presente pesquisa o tratamento D_4 (29,23 g) alcançou uma produção de 2,10 t ha⁻¹, a menor produção obteve o tratamento D_1 (16,99 g) e a média (24,35 g) foi de 1,74 t ha⁻¹.

Estudando 25 cultivares de sorgo, Silva et al. (2012) encontraram produções de massa seca de folhas entre 0,81 t ha⁻¹ para a cultivar AF28 e 1,81 t ha⁻¹ para a cultivar C8202ST83, com uma produção média de 1,21 t ha⁻¹. Já, Neves et al. (2014), avaliando cinco genótipos de sorgo forrageiro no agreste pernambucano, encontraram uma média de 1,52 t ha⁻¹, sendo que dois deles, o genótipo 2502 e o SF 15, alcançaram médias de 1,55 e 2,26 t ha⁻¹, respectivamente, valores semelhantes aos do presente estudo.

Avelino (2008), encontraram produções de matéria seca do colmo, variando de 0,59 t ha⁻¹ a 2,13 t ha⁻¹ para os híbridos de sorgo forrageiro AG2005 e Volumax, respectivamente, com plantas colhidas no estágio de grão farináceo. Enquanto Silva

et al. (2012) encontraram variação de 2,74 a 8,59 t ha⁻¹ de massa seca de colmos, com uma média de 5,57 t ha⁻¹, valores estes inferiores aos relatados no presente estudo que foram de 27,32 t ha⁻¹, para o tratamento D₄ (382,49 g) e média (343,46 g) de 24,53 t ha⁻¹.

Os resultados obtidos por Santos et al. (2007) em São Gonçalo do Amarante-CE, em ensaio submetido a estresse hídrico durante o seu desenvolvimento vegetativo da cultivar “BRS Ponta Negra”, mostraram rendimento de panícula de 4,8 t ha⁻¹ inferior ao do presente experimento que foram de 7,04 e 10,63 t ha⁻¹ (D₁ = 98,55 g, D₄ = 148,81 g) para os tratamentos extremos e média de 7,34 t ha⁻¹ (102,72 g).

Em pesquisas realizadas pela EMBRAPA (2007), os resultados obtidos em Canguaretama, RN, com a variedade “BRS Ponta Negra” referente a valores médios de rendimentos de massa verde das panículas foram de 3,20 t ha⁻¹, do mesmo modo em São Gonçalo do Amarante, RN com a mesma variedade “BRS Ponta Negra” encontraram valores médios de rendimentos de massa verde da panícula de 7,14 t ha⁻¹, próximos a da presente pesquisa que foi 7,34 t ha⁻¹ (102,72 g).

A MVC para o menor, maior e média dos tratamentos foram de 418,81 g, 610,31 g e 343,46 g, o que representam as frações da matéria verde da planta (MVP) de 67,43 %, 69,59 % e 69,76 %, respectivamente. Coincidente com o manifestado por Skonieski et al. (2010), ao afirmar que a elevada contribuição da fração colmo está condizente com a aptidão do sorgo forrageiro, uma vez que o aumento da quantidade de colmo na forragem contribui com o fornecimento de carboidratos solúveis para fermentação no processo de ensilagem.

Perazzo et al. (2013) evidenciaram porcentagem de material verde na panícula da cultivar “BRS Ponta Negra” em 19,43%, estando superiores aos resultados encontrados neste trabalho, que foram de 15,90, 16,97 e 13,16% (D₁ = 98,55 g, D₄ = 148,81 g e Média = 102,72 g) para os tratamentos extremos e média respectivamente. Do mesmo modo Skonieski et al. (2010), avaliando cultivares de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito observaram porcentagem de matéria seca da panícula na planta de 15,35% e 18,19%; inferiores à da presente pesquisa cujos tratamentos extremos foram de 6,87 % e 8,90 %, respectivamente. Evidenciando o carácter forrageiro, com pouca participação de panícula na composição estrutural da planta.

Ferreira (2016) manifesta que houve efeito ($P < 0,05$) para a produção de matéria seca da panícula (MSP), com uma produção média de 0,92 ha⁻¹ de massa seca de panículas, sendo que a maior produção ocorreu no genótipo 5, com 1,94 t ha⁻¹ e, a menor, no genótipo 10, com 0,32 t ha⁻¹. Do mesmo modo, Silva et al. (2012), procurando determinar critérios de seleção para uso forrageiro ou silageiro em 25 genótipos de sorgo, observaram média de produção de 5,52 ha⁻¹ de massa seca de panículas, com um mínimo de 1,68 t ha⁻¹ e máximo de 8,77 t ha⁻¹. Na presente pesquisa as produções mínimas e máximas de MSPani foram de 1,11 t ha⁻¹ (D₃ = 15,47 g) e 2,81 t ha⁻¹ (39,39 g), respectivamente.

A análise de regressão da Massa Verde da Planta (MVP) (g), Massa Seca da Planta (MSP) (g), e Porcentagem de Massa Seca da Planta (PMSP) (%), em função das doses de ARS aplicados, são apresentados na Tabela 5. Houve diferença estatística ($P < 0,05$) para as variáveis MVP e PDP, em relação aos tratamentos que receberam as doses de ARS, sendo os coeficientes de determinação (R^2) de 97,23 e 98,63 % respectivamente, e o modelo da equação de regressão que melhor se ajustou foi quadrático.

Para variável PMSP, a diferença estatística ($P < 0,05$) se deu somente entre a variável que recebeu maior dose de ARS (D₄), e o modelo da equação de regressão que melhor se ajustou foi também quadrático (R^2) de 61,62 %.

Tabela 5 - Massa Verde da Planta (MVP) (g), Massa Seca da Planta (MSP) e Porcentagem de Massa Seca da Planta (%MSP) (g), em função de doses de água residuária (ARS) aplicada.

ARS (L pl ⁻¹)	Parâmetros avaliados		
	MVP	MSP (g)	PMSP (%)
D ₁	621,12 a	300,10 a	48,49 ab
D ₂	793,63 ab	388,38 ab	48,60 ab
D ₃	830,94 ab	417,17 b	49,99 b
D ₄	877,04 b	442,79 b	47,21 a
Média	780,68	387,11	48,57
CV (%)	31,04	27,80	4,00
R² (%)	97,23	98,63	61,62
Modelo	Quadrático	Quadrático	Quadrático

Equação de regressão: Massa verde da planta (MVP) (g): $y = 628,317809 + 7,012464x - 0,050563x^2$; Massa seca da planta (MSP) (g): $y = 302,916562 + 3,707163x - 0,025063x^2$; Porcentagem de Massa seca da planta (%MSP) (g): $y = 48,215281 + 0,077261x - 0,001160x^2$. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste F no nível de 5% de significância. Fonte: Autoria própria.

Os rendimentos de MVP para os tratamentos extremos (D₁ = 621,12 g e D₄ = 877,04 g), representam 62,65 t ha⁻¹ e 55,76 t ha⁻¹. Estes resultados são superiores aos rendimentos encontrados por Oliveira et al. (2010) e Vale & Azevedo (2013) para a cultivar do Sorgo “BRS Ponta Negra”, com uma produtividade média de 46,7 t ha⁻¹ sob irrigação, com água de poço tubular e de 37,8 t ha⁻¹ com água de rejeito de dessalinizador, ambos na cidade de São Paulo do Potengi – RN. Estes resultados se sustentam devido ao conteúdo de macro e micronutriente da ARS que, segundo a resolução CONAMA 357 (2005) e Cordeiro (2001), encontram-se dentro dos padrões de qualidade de água doce para a irrigação de culturas cereíferas e forrageiras.

Entretanto, a produção de biomassa verde e seca estudados por Borghi, et al. (2020), na avaliação no ponto de silagem de Sorgo Biomassa BRS 716, tanto em sistema de preparo convencional do solo como em sistema plantio direto, foram maiores com a dose de 50 kg de N ha⁻¹. Nessa dose de N, as produtividades de biomassa verde foram de 19,71 e 22,08 t ha⁻¹ em sistema de preparo convencional do solo e sistema plantio direto, respectivamente, e as produtividades de biomassa seca foram de 7,88 e 8,87 t ha⁻¹ em sistema de preparo convencional do solo e sistema plantio direto, respectivamente.

Resultados obtidos pela EMBRAPA (2007) em São Gonçalo do Amarante, RN, com a variedade “BRS Ponta Negra” referente a valores médios de rendimentos de MVP e MSP foram de 55,26 e 37,10 t ha⁻¹, já no presente trabalho estes parâmetros foram de 55,76 e 27,65 t ha⁻¹.

Ferreira (2016), avaliando características agrônômicas e composição química de cultivares de sorgo forrageiro manifesta que a produção de MVP difere entre os genótipos de sorgo forrageiro, com valores de 60,90 t ha⁻¹ para o genótipo 1 (467-4-2 x 1158) e 68,88 t ha⁻¹ para o 5 (389-5-1 x 1158), denotando elevada variabilidade entre os materiais, valores próximos ao do presente experimento que foram de 62,65 t ha⁻¹ para o tratamento com doses de ARS (D₄).

Por sua vez, Oliveira et al. (2010), estudando a produtividade, composição química e características agrônômicas de diferentes forrageiras, observaram a produção de 82,0 t ha⁻¹ de MVP para sorgo forrageiro. Por outro lado, Perazzo (2013) encontrou resultados menores aos desta pesquisa, relatando produtividades de MVP da ordem de 22,6 t ha⁻¹ para o híbrido 945026 e 44,03 t ha⁻¹ para o BRS 610 em estudos desenvolvidos no semiárido da Paraíba, com 24 genótipos de sorgo.

Os resultados de MVP foram inferiores aos encontrados por Junior et al. (2019), com a cultivar “BRS Ponta Negra”, para os tratamentos que receberam dose de irrigação com 100% de água residuária da Bovinocultura e irrigação com a mistura de 75% de água residuária da Bovinocultura e 25% de água residuária da Agroindústria de processamento de leite e derivados, com valores de 1.292 g e 1.078 g por planta, pois na presente pesquisa os tratamentos irrigados com a maior e menor dose de

ARS foram 780,68 g e 387,11g por planta. Quando comparado com outras misturas os resultados são inferiores ao da presente pesquisa.

Em estudos realizados por Parisotto, D. C. (2020), analisando o desempenho agrônômico de híbridos de sorgo “BRS Ponta Negra”, cultivados a campo em segunda safra, encontraram MVP que foi de 49,75 t ha⁻¹ e 53,76 t ha⁻¹, para as segundas safras 2018 e 2019. Inferiores ao da presente pesquisa que foi de 55,76 t ha⁻¹ de PMV.

Os resultados de MVP e MSP encontrados por Vale & Azevedo (2013), com a cultivar “BRS Ponta Negra”, para os tratamentos irrigados com água do poço tubular e água do rejeito do dessalinizador, com alto risco de salinidade e muito alto risco de salinidade, foram de 665 g por planta e 529,2 g por planta para MVP e de 203 g e 154 g de MSP, inferiores aos do presente experimento.

Os valores de MVP superiores reportado pelos autores em comparação ao presente experimento podem dever-se, em parte, a condução em campo definitivo sem restrição de área do sistema radicular e pela presença de elementos de maior disponibilidade para a planta.

Segundo Santos et al. (2007), a cultivar “BRS Ponta Negra” tem potencial produtivo de massa verde de 40 a 60 t ha⁻¹, o que coincide com a produtividade de massa verde observada neste trabalho.

Os resultados obtidos por dos Santos et al. (2007) em São Gonçalo do Amarante-CE, em ensaio submetido a estresse hídrico durante o seu desenvolvimento vegetativo, mostraram diferença significativa entre os tratamentos, destacando-se como mais produtivas, para rendimento de MVP, a cultivar “BRS Ponta Negra”, com 55,26 t ha⁻¹ e, para PSP, 37,10t ha⁻¹.

Perazzo et al. (2013), quantificaram o rendimento forrageiro e o percentual de componentes da planta mediante eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo “BRS Ponta Negra”, e obtiveram rendimento de 52,14 t ha⁻¹ de PMV, 12,07 t ha⁻¹ de MSP com 23,25 % de PMSP. Esses resultados são inferiores aos encontrados por Neumann et al. (2002) em avaliação de híbridos de sorgo, que encontraram variações de 22,71 a 39,56 t ha⁻¹. Entretanto, Rodrigues Filho et al. (2006), avaliando o potencial produtivo de híbridos, observaram resultados superiores aos encontrados por estes pesquisadores, com PMV variando de 45,87 a 67,56 t ha⁻¹, o que se deve provavelmente às condições edafoclimáticas do local de estudo. Na presente pesquisa estes parâmetros alcançaram valores médios de 55,76 t ha⁻¹ de PMV, 27,65 t ha⁻¹ de MSP com 48,57 % de PMSP, superiores as pesquisas mencionadas.

Perazzo et al., (2013) encontraram o valor de 23,25% de teor de PMSP para a cultivar “BRS Ponta Negra” e valores variando de 25 a 31% para sorgos do tipo forrageiro e de duplo propósito, inferiores ao do presente experimento para todos os tratamentos com média de 48,57 %. Estes resultados podem ser devidos ao estágio de colheita da forragem e pode variar bastante entre espécies forrageiras, e ainda, dentro de uma mesma cultivar, associa-se também estes resultados, a maiores proporções de material morto e folhas senescentes.

Segundo Borghi, et al. (2020), na avaliação realizada no pendoamento de Sorgo Biomassa BRS 716, as maiores produtividades de biomassa seca ocorreram em sistema de preparo convencional do solo na dose 50 kg de N ha⁻¹ e em sistema plantio direto na dose de 100 kg de N ha⁻¹, com 6,38 e 6,1 t ha⁻¹ de biomassa seca.

Ferreira (2016), avaliando características agrônômicas e composição química de cultivares de sorgo forrageiro manifesta que a produção de matéria seca da planta inteira encontrou valores de 19,21 t ha⁻¹ para o genótipo 1 (467-4-2 x 1158)) e 22,24 t ha⁻¹ para o 5 (389-5-1 x 1158), denotando elevada variabilidade entre os materiais.

Segundo Oliveira, W. (2023), pesquisando a tolerância de cultivares de sorgo à disponibilidade hídrica em duas épocas de plantio, nas cultivares SF 15 e “BRS Ponta Negra” apresentaram maior massa seca total no cultivo em época com as temperaturas mais baixas e 100% da CC e foram de 458,92 e 442,62 g planta⁻¹, respectivamente, inferiores ao da presente pesquisa que foi em média 387,11 g planta⁻¹.

Oliveira Junior, et al. (2023), estudando a produção de cultivares de sorgo sob diferentes turnos de rega encontrou que as maiores médias para a variável massa verde foram observadas em plantas irrigadas diariamente com 542,2 g e 433,6 g, para Gigante Boliviano e BRS Ponta 24 Negra, respectivamente, e para a variável massa seca foi observada em plantas irrigadas diariamente com 206,35 g e 179,29 g, para Gigante Boliviano e BRS Ponta 24 Negra, respectivamente inferiores às médias do presente experimento o que foram 780,68g para MVP e 387,11g para MSP.

Em estudos realizados por Parisotto (2020), analisando o Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo “BRS Ponta Negra”, cultivados em segunda safra, encontraram produtividade de MSP que foi de 11,35 Mg ha⁻¹ para a primeira safra de 2018. Assim, com base nos resultados de maior produtividade de MSP, associado a menor acamamento de plantas, os genótipos “BRS Ponta Negra” (PMS de 11,41 Mg ha⁻¹), sendo aqui considerados os mais indicados para recomendação de cultivo em segundas safras na região estudada.

Geroncio et al. (2019) avaliaram a produção de forragem do Cultivar “BRS Ponta Negra” irrigado com efluentes agroindustriais proveniente da bovinocultura e da agroindústria de processamento de leite e derivados pertencentes ao IFPB – Sousa, em diferentes combinações, verificaram valores de 1.292 e 1.078 g de MVP e de 23,13 e 23,26 % para PMSP, menores ao da presente pesquisa que foi de 780,68 g para MVP, sendo superior para PMSP que na presente pesquisa foi de 48,57 %, evidenciando a contribuição dos nutrientes contidas na ARS.

Segundo Miyazawa e Barbosa (2015), para o manejo adequado da água residuária de suinocultura na agricultura, se faz necessário tomar conhecimento dos atributos contidos neste material e as concentrações dos principais macronutrientes.

4. Conclusão

Os componentes da planta que obtiveram significância ($p < 0,05$) e ajustados a modelos de regressão em resposta as doses de ARS foram: massa verde da folha, massa seca da folha, massa verde do colmo, massa seca do colmo, massa verde da planta e massa seca da planta; com incrementos da dose D₁ para a dose D₄ para estas variáveis, em 74,57; 12,34; 191,50; 120, 03; 50,06; 18,76; 255,92 e 142,69 g, respectivamente.

Para as variáveis peso verde da panícula e peso seco da panícula a diferença estatística se deu somente com relação a dose D₄.

Observa-se também que a análise de regressão apresentou efeito significativo entre as doses de ARS aplicadas, com um alto coeficiente de determinação (R²) que vai desde 85,45 até 99,66%, e o modelo de regressão que melhor se ajustou foi quadrático, ou seja, à medida que se aumentaram as doses de ARS houve incrementos nos valores máximos destas variáveis, em 74,57; 12,34; 191,50; 120, 03; 50,06 e 18,76 g, respectivamente.

Para variável percentagem de massa seca da planta, a diferença estatística ($P < 0,05$) se deu somente entre a variável que recebeu maior dose de ARS (D₄), e o modelo de regressão que melhor se ajustou foi também quadrático (R²) de 61,62 %.

Por fim, recomenda-se para trabalhos futuros, realizar análise dos componentes morfológicos da planta (folha, colmo e panícula) a fim de verificar possíveis variações dos macro e micronutrientes, como resposta as variações de produção da cultura de sorgo, cultivar “BRS Ponta Negra”.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Crato, pela bolsa de PROAPP concedida e por proporcionar os materiais e a infraestrutura requerida.

Referências

- Aguilar, P. B., de Assis Pires, D. A., Rodrigues, J. A. S., Monção, F. P., Reis, S. T., de Sales, E. C. J., & Tolentino, D. C. (2015). Composição bromatológica das folhas e dos colmos de genótipos de sorgo mutantes BRM e normais. *Agrarian*, 8(29), 312-320.
- Almeida, O. A. de. (2010). *Qualidade da água de irrigação – Dados eletrônicos – Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura*. 227 p.
- Ananda, G. K., Myrans, H., Norton, S. L., Gleadow, R., Furtado, A., & Henry, R. J. (2020). Wild sorghum as a promising resource for crop improvement. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1108.
- Avelino, P. M. (2008). Características produtivas e qualitativas de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench) para produção de silagem, cultivados sob diferentes densidades de plantio. Araguaína, TO. 56 p. *Dissertação* (Mestrado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins, Brasil.
- Bhat, B. V. (2019). Breeding forage sorghum. Breeding Sorghum for Diverse End Uses, *Hyderabad, Índia*. 175–191.
- Bolzani, H. R., Oliveira, D. L. A., & Lautenschlager, S. R. (2012). Efeito da aplicação de água residuária de suinocultura no solo e na qualidade dos seus lixiviados. *Eng Sanit Ambient*, 17(4), 385-392.
- Borghil, E., da Silva, G. F., Calonego, J. C., Parrella, R. A. C., & Antonio, M. S. (2020). *Sorgo Biomassa BRS 716 para Produção de Forragem e Palha em Sistema de Plantio Direto e Preparo Convencional com Soja*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. 25 p. (Documento, 216).
- Castro, F. M. D. (2018). Produção e silagem de sorgo forrageiro em função do espaçamento e do manejo de plantas daninhas. 124 f. *Tese*. Universidade Federal do Amazonas (*Doutorado em Agronomia Tropical*). Brasil.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (2005). Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>.
- Cordeiro, G. G. (2001). Qualidade de água para fins de irrigação: conceitos básicos e práticos. Petrolina/PE, Embrapa Semi-Árido, 2001. 32p. (Documentos, 167)
- Costa, R. F., Pires, D. A. de A., Moura, M. M. A., Sales, E. C. J. de, Rodrigues, J. A. S., & Rigueira, J. P. S. (2016). Agronomic characteristics of sorghum genotypes and nutritional values of silage. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. Maringá, 38(2), 127-133.
- EMBRAPA. (2007). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ponta Negra Variedade de Sorgo Forrageiro. Sete Lagoas, MG Setembro, 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (2006). Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (2011). EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. revisada, Rio de Janeiro: CNPS, 2011. 230p. Documentos, 132.
- FAO. FAOSTAT. (2020). Production crops. Online, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Ferreira, D. F. (2011). SISVAR: Sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 5.3. DEX/UFLA, 2011. (Software estatístico).
- Ferreira, O. R. (2016). Avaliação agrônômica e qualitativa de genótipos de sorgo forrageiro. Salvador, Bahia: UFBA, 2016. 144 p. *Dissertação* (Produção, Manejo e Conservação de Forragens). Universidade Federal da Bahia, Brasil.
- Geroncio Junior, G. S., Queiroz, M. M. F. de, Junior, E. B. P., Rolim, H. O., Neto, J. F., & Lima, P. F. (2019). Cultivar BRS Ponta negra irrigado com efluentes agroindustriais. *Revista de Agroecologia no Semiárido* (RAS) - (Sousa - PB), ISSN- 2595-0045, 2(1), 32- 43, jan – jun.
- Köppen, W., & Geiger, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.
- Lima, J. J., Duarte, A. F. D., Branco, O. J., Lima, N. F. A., & Gomes, M. K. (2016). Parametrização da equação de Hargreaves e Samani para estimativa da evapotranspiração de referência no Estado do Ceará, Brasil. *Revista Ciência Agronômica*, 47(3), 447-454, <https://www.scielo.br/pdf/rca/v47n3/1806-6690-rca-47-03-0447.pdf>.
- Miyazawa, M., & Barbosa, G. M. C. (2015). Dejeito líquido de suíno como fertilizante orgânico método simplificado. IAPAR, Londrina, PR, 2015.
- Neumann, M., Restle, J., & Alves Filho, D. C. (2002). Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(1), 302-312.
- Neves, A. L. A., Santos, R. D. dos, Pereira, L. G. R., Tabosa, J. N., Rodrigues, J. A. dos S., Neves, A. L. A., & Verneque, R. S. (2014). Agronomic characteristics of sorghum cultivars for silage production in the agreste of Pernambuco state. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 13(3), 382-390.
- Oliveira Junior, F. F. de. (2023). Produção de cultivares de sorgo *Sorghum bicolor* L. Moench sob diferentes turnos de rega. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.– Pombal, 2023. 30 p.
- Oliveira, A. F. M., Sobrinho, J. E., de Medeiros J. F., Lima, J. G. A., Alves, A. S., Junior, E. G. C. (2014). Influência da temperatura e das mudanças climáticas no comportamento da evapotranspiração da cultura do sorgo ponta negra. II INOVAGRI International Meeting, Fortaleza, Brasil, 1381-1387.
- Oliveira, L. B., Pires, A. J. V., Viana, A. E. S., Matsumoto, S. N., Carvalho, G. G. P., & Ribeiro, L. S. O. (2010). Produtividade, composição química e características agrônômicas de diferentes forrageiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39(12):2604-261.
- Oliveira, W. S. (2023). Tolerância de Cultivares de Sorgo à Disponibilidade Hídrica em Duas Épocas de Plantio. *Dissertação* (Mestrado) 53p. – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina, Petrolina-PE, Brasil.

- Parisotto, D. C. (2020). Desempenho agrônômico de genótipos de sorgo forrageiro cultivados em segunda safra. Mato Grosso: Universidade do Estado de Mato Grosso “Carlos Alberto Reyes Maldonado”, 41p. (*Dissertação* - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas), Brasil.
- Perazzo, A. F. (2013). Avaliação agrônômica de cultivares de sorgo no semiárido. Salvador, BA: UFBA, 2012. 62 p. *Dissertação* (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Bahia, Brasil.
- Rabelo, F. H. S., Rabelo, C. H. S., Dupas, E., Nogueira, D. A., & Rezende, A. V. (2012). Parâmetros agrônômicos do sorgo em razão de estratégias de semeadura e adubação. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*. 5:48 e 54.
- Rodrigues, F. O., França, A. F. de S., Oliveira, R. de P., Oliveira, E. R. de, Rosa, B., Soares, T. V., & Mello, S. Q. S. (2006), Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, 7(1), 37-48, <http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/389/364>.
- Santos F. G., Rodrigues, J. A. S., Schaffert, R. E., Lima, J. M. P., Pitta, G. V. E., Casela, C. R., & Silva, Ferreira, A. S. (2007). *BRS Ponta Negra Variedade de Sorgo Forrageiro. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo*, (Comunicado Técnico, 145).
- SBSC. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. (2004). Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. (10. ed.).
- Scherer, E. E., Nesi, C. N. & Massotti, Z. (2010). Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 34(4),
- Silva, J. B. R., Silva, J. R., Ribeiro, O. L., Santana Filho, N. B., Lima, V. G. O., Magalhães, A. M., Luz, D.O., & Leite, V. M. (2012). Composição botânica e morfológica de híbridos de sorgo para a produção de silagem. *Revista Científica de Produção Animal*, 14(2), 142-145.
- Skonieski, F. R., Nornberg, J. L., de Azevedo, E. B., de David, D. B., Menegaz, A. L., & Kessler, J. D. (2010). Production, fermentation and nutritional characteristics of forage and double purpose sorghum silages. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 32(1), 27–32. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i1.7200>.
- Vale, M. B., & Azevedo, P. V. (2013). Avaliação da produtividade e qualidade do capim elefante e do sorgo irrigados com água do lençol freático e do rejeito do dessalinizador. *Holos*, 3(3), 181 – 195.