

## ADUBAÇÃO FOSFATADA E ESTRESSE SALINO NO CRESCIMENTO INICAL DO MILHETO PARA PASTAGEM

Alisson Gomes Da Silva<sup>1</sup>, Bidamissa Mané<sup>2</sup>, Silas Primola Gomes<sup>3</sup>, Geogleber Gomes de Sousa<sup>3</sup>, Denis dos Santos Hilário<sup>4</sup>, Thioga Mendonça Dominice<sup>4</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes doses de fósforo no crescimento do milheto para pastagem sob estresse salino. O experimento foi realizado na Unidade de Produção de Mudas (UPMA), na Universidade Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) localizado no Campus das Auroras, Redenção, Ceará. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições, referentes a 5 doses de fósforo: 0; 7,5; 15; 22,5; 30 kg ha<sup>-1</sup> e duas condutividades elétricas (0,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>). Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta, diâmetro do colmo e a massa seca da parte aérea. A adubação fosfatada em 30 kg ha<sup>-1</sup> associado à condutividade elétrica da água auxiliou na redução dos efeitos deletérios do estresse salino aumentando diâmetro do colmo e massa seca. Entretanto o estresse salino de 5,0 dS m<sup>-1</sup> proporcionou um efeito negativo para altura de planta.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Pennisetum glaucum*; nutrição mineral; salinidade.

## PHOSPHATE FERTILIZATION AND SALINE STRESS ON THE INITIAL GROWTH OF MILLET FOR PASTURE

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the effects of different phosphorus rates on the growth of millet for pasture under saline stress. The experiment was carried out at the Seedling Production Unit (UPMA) at the International University of Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB), located on the Auroras Campus, Redenção, Ceará. A completely randomized experimental design (CRD) was used, in a 5x2 factorial scheme, with four

<sup>1</sup> Graduando em agronomia, Instituto de desenvolvimento rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira, Avenida da Abolição, CEP: 62790-00, Redenção, CE. (85)986230827, Email: [alissongomes@aluno.unilab.edu.br](mailto:alissongomes@aluno.unilab.edu.br).

<sup>2</sup> Graduando em Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB, Redenção, CE

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB, Redenção, CE

<sup>4</sup> Mestrando em Ciência do Solo, UFC, Fortaleza, CE.

replicates, referring to five phosphorus rates: 0; 7.5; 15; 22.5; 30 kg ha<sup>-1</sup> and two electrical conductivities (0.5 and 5.0 dS m<sup>-1</sup>). The following variables were evaluated: plant height, stem diameter, and shoot dry mass. Phosphate fertilization at 30 kg ha<sup>-1</sup> associated with the electrical conductivity of the water helped to reduce the deleterious effects of saline stress, increasing stem diameter and dry mass. However, salt stress of 5.0 dS m<sup>-1</sup> had a negative effect on plant height.

**KEYWORDS:** *Pennisetum glaucum*; mineral nutrition; salinity.

## INTRODUÇÃO

O milheto (*Pennisetum glaucum* L.), uma gramínea que pertence à família Poaceae, do gênero *Pennisetum*, é uma planta de origem africana, sendo uma forrageira de metabolismo C4, ciclo curto, crescimento rápido, com ótima capacidade de perfilhamento e rebrota (Albuquerque et al., 2020), é considerada uma cultura relevante, por apresentar um ótimo valor nutricional, e ser fonte de alimento para os animais.

O excesso de sais na água de irrigação compromete as funções bioquímicas e fisiológicas das plantas, causando estresse osmótico que resulta em alterações nas relações hídricas, na absorção e no aproveitamento dos nutrientes essenciais, além da acumulação de íons tóxicos, como o sódio (Na<sup>+</sup>) e cloro (Cl<sup>-</sup>), que inibem o crescimento vegetal (Neto et al., 2020). Para minimizar os efeitos deletérios da salinidade no meio radicular e promover o desenvolvimento das plantas, o manejo da adubação é um fator importante.

A adubação fosfatada representa uma estratégia eficiente para mitigar os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação pois desempenha funções importantes no metabolismo das plantas, com destaque para a capacidade de armazenamento de energia (Dias et al., 2022).

A adubação com fósforo pode favorecer o desenvolvimento das plantas em ambientes desfavoráveis, promovendo a resiliência das culturas e otimizando a produtividade agrícola em áreas afetadas pela salinidade do solo (Cruz Filho et al., 2024). Assim, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes doses de fósforo no crescimento do milheto para pastagem sob estresse salino.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de setembro à novembro 2023, na Unidade de Produção de Mudanças (UPMA) pertencente a Universidade Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) localizado no Campus das Auroras, Redenção, Ceará. O clima da região é do tipo Aw, sendo caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono (Koppen, 1923).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições, referentes a 5 doses de fósforo: 0; 7,5; 15; 22,5; 30 kg ha<sup>-1</sup> e duas condutividades elétricas (0,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>). A cultivar de milho utilizada foi a BRS-1501, o cultivo foi realizado em vasos de 39 litros que foram preenchidos com substrato obtido pela mistura: arisco, areia e esterco bovino, nas proporções 4:3:1, respectivamente, cuja características químicas (Tabela 1) foram analisadas antes da aplicação dos tratamentos, utilizando a metodologia recomendada por Teixeira et al. (2017).

**Tabela 1** - Características químicas do substrato antes da aplicação dos tratamentos.

Atributos													
MO	N	Ca <sup>2+</sup>	K	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SB	CTC	P	V	pH	
(g Kg <sup>-1</sup> )		(cmol <sub>c</sub> Kg <sup>-1</sup> )					(mg Kg <sup>-1</sup> )			(%)	(H <sub>2</sub> O)		
17,6	3,0	5,0	0,3	1,5	0,98	0,7	0,05	7,78	8,48	19	87	6,2	

Fonte: Teixeira et al. (2017).

A semeadura do milho foi feita em três linhas por vaso, com cinco sementes por linha para garantir a emergência com 3 centímetros de profundidade. Após oito dias da semeadura (DAS) foi feito o desbaste deixando cinco plantas por vaso. A adubação mineral das plantas foi realizada tendo como base a análise química do substrato (Tabela 1) e as recomendações de Pereira Filho et al. (2003) nas quais correspondem a 120 kg ha<sup>-1</sup> de N; 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Para os tratamentos com P, foram aplicadas de acordo com os tratamentos: D0 (0%), D1 (25%), D2 (50%), D3 (75%) e D4 (100%) da dose recomendada de fósforo, correspondendo à 0; 7,5; 15; 22,5 e 30 kg ha<sup>-1</sup>.

No manejo da irrigação a quantidade de água aplicada foi realizada manualmente a cada dois dias, através princípio do lisímetro de drenagem (Bernardo et al., 2019), a fim manter o solo na capacidade de campo.

O volume de água a ser aplicado nas plantas foi determinado pela (Eq 1):

$$VI = \frac{(VP-VD)}{(1-LF)} \quad (1)$$

Em que,

VI = volume de água a ser aplicado em irrigação (mL);

Vp = volume de água aplicada na irrigação anterior (mL);

Vd = volume de água drenada (mL);

LF = fração de lixiviação.

O volume aplicado no início de 2000 ml de água e fração de lixiviação utilizado o valor zero nos tratamentos. Na preparação da água salobra foram utilizados os sais NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, na proporção de 7:2:1 (Rhoades et al., 2000). A irrigação com água com maior condutividade elétrica foi iniciada 10 dias após a semeadura (DAS).

Para a avaliação de produção, a coleta foi realizada aos 30 DAS, sendo colhida uma planta de cada tratamento, identificada e avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta (AP, cm), medida com uma trena, do colo da planta que corresponde a 2 cm após a raiz à extremidade final da última folha, diâmetro do colmo (DC, mm), com auxílio de um paquímetro digital e a massa seca da parte aérea (MSPA, g), serão secas em estufa a 65 °C com ventilação forçada de ar em bandejas de alumínio por 72 h.. Os dados de natureza qualitativa foram submetidos à análise de variância pelo teste F e teste de Tukey, enquanto os de natureza quantitativa foram submetidos à análise de variância e testados os modelos lineares e o polinomial quadrático utilizando o programa ASSISTAT 7.7 BETA (Silva & Azevedo 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

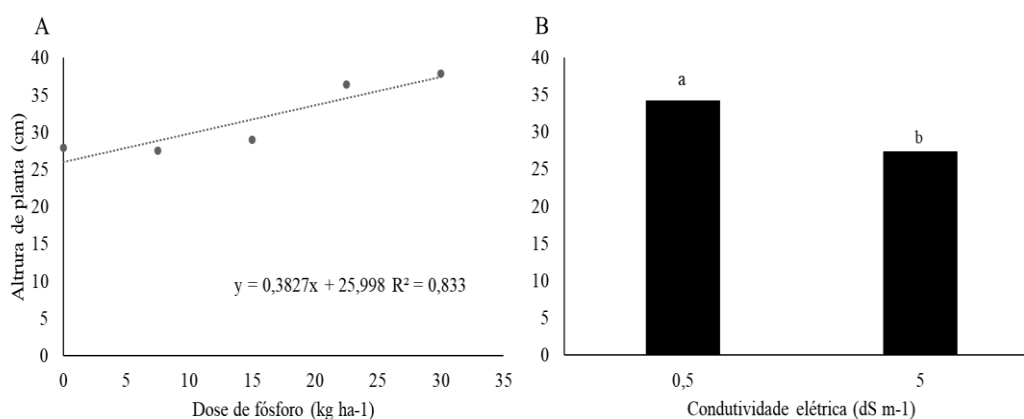
Na análise de variância, verifica-se que a interação entre doses de fósforo e condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) influenciaram de forma significativa as variáveis de diâmetro do colmo (DC) e massa seca (MS) a 1% de significância. Já para altura de planta verifica-se efeito isolado entre as diferentes doses de fósforo e a condutividade elétrica da água influenciaram negativamente de forma significativa a 1% de significância.

**Tabela 2:** Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e massa seca (MS) em função as doses de fósforo irrigado com níveis de salinidade na água.

Quadrado médio				
	GL	AP	DC	MS
Tratamentos	9	137,64**	34,44**	19.20 **
Doses de fósforo (D)	4	171,30**	26,98**	10.54 **
Salinidade (S)	1	465,39**	123,09**	99.95 **
DxS	4	22,04ns	19,73**	7.68 **
Resíduo	30	11,24	1,90	1.09
Total	39			
MG		30,78	12,86	4.04
CV(%)		10,89	10,74	25.91

MG = Média geral; CV% = Coeficiente de variação em %; GL - Graus de liberdade; \* significativo a 5% no teste de Tukey; \*\* significativo a 1% no teste de Tukey; ns – não significativo

Conforme apresentado na Figura 1A, a altura de planta ajustou-se melhor a uma regressão linear crescente, com aumento de 26,24 % na dose de 30 kg ha<sup>-1</sup> com uma altura de planta de 37,87 cm em relação a dose 0 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo com 27,93 cm. A adubação fosfatada auxiliar no crescimento das plantas pela participação na energia em ATP, o influenciando diretamente no processo de fotossíntese e divisão célula, mas limitações na disponibilidade do fósforo podem afetar o desenvolvimento e crescimento das plantas, onde doses de fósforo muito elevado podem provocar redução no crescimento da planta (Loch et al., 2022). Lopes et al., (2021), ao avaliarem a cultura do milho sob efeitos de diferentes doses de fósforo, observaram um aumento na altura de planta nos tratamentos adubados com maiores doses de fósforos.

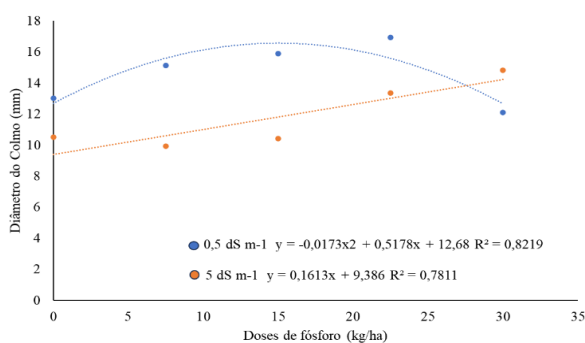
**Figura 1.** Altura de planta em função das doses de fósforo (A) e da condutividade elétrica das águas de irrigação (B). Letras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 1% e 5%.

Já para a Figura 1B, a salinidade afetou o desenvolvimento da altura de planta, em que condutividade elétrica 5 dS m<sup>-1</sup> apresentou menor altura (27,37 cm) em relação a condutividade elétrica 0,5 dS m<sup>-1</sup> de 34,19 cm na altura de planta, representando uma redução de 20,23%. Essa

condição é proporcionada pelo desequilíbrio hídrico e nutricional causado pelo estresse salino, onde desequilíbrio osmótica acarretado pela salinidade diminui a absorção de água e nutrientes afetando o desenvolvimento (Lessa et al., 2022). De forma similar, Lucena et al., (2019), descrevem que o excesso de sais, principalmente  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , causam distúrbios fisiológicos provoca a redução no desenvolvimento do milheto, proporcionando reduções na altura da planta.

No caso do diâmetro do colmo, ilustrado na figura 2, o modelo polinomial quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados, obtendo um ponto máxima de 16,55 mm para uma dose de 14,96  $\text{kg ha}^{-1}$  na água de menor salinidade e modelo linear crescente para água de maior salinidade com o valor máximo de 14,83 mm para doses de 30  $\text{kg ha}^{-1}$ . O fósforo elemento nutricional importante para o desenvolvimento e crescimento das plantas participando da transferência de energia, estrutural em compostos orgânicos compondo a membranas contribuindo para a atividade celular, contribuindo para o crescimento do diâmetro, entretanto doses não ideais esse macronutriente pode ficar retido ou fixada nos coloides, provocando baixa absorção deste macronutriente (Ferreira júnior et al., 2022; Florentino et al, 2019; Araújo et al., 2020).

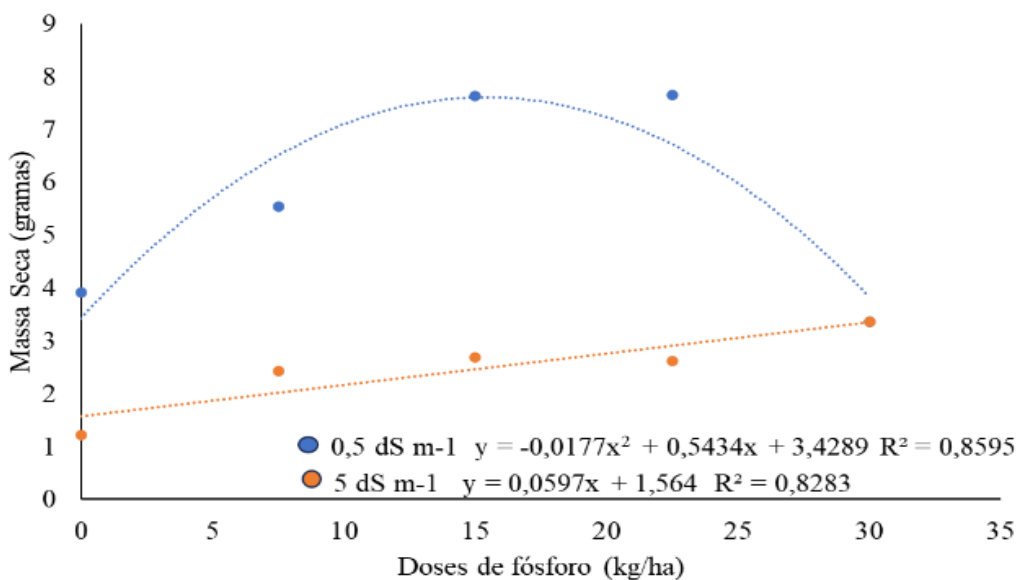
Resultado oposto ao deste estudo foi constatado por Silva et al. (2022) na cultura do sorgo, onde o observou-se um aumento linear crescente para o diâmetro do colmo com aumento das doses de fósforo. Esses mesmos autores detectaram que não ocorreu interferência do aumento das doses de fósforo no diâmetro do colmo do sorgo. Os íons de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  presente em soluções salinas podem provocar e afetar o crescimento e desenvolvimento dos tecidos vegetais proporcionado pela toxidez, onde a aplicação do fósforo pode auxiliar a minimizar efeitos deletérios das condições salinas facilitando o desenvolvimento vegetal (Silva et al., 2020). Resultados encontrados por Có et al., adotando diferentes estratégias irrigação com água salina onde a aplicação aos 30 dias após a semeadura com uma redução do diâmetro do colmo em planta de milheto.



**Figura 2.** Diâmetro do colmo em função as doses de fósforo irrigado com água com condutividade elétrica 0,5  $\text{dS m}^{-1}$  e a 5,0  $\text{dS m}^{-1}$ .

Para a massa seca da parte aérea (figura 3), o modelo polinomial quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados, obtendo um ponto máxima de 7,59 gramas de massa seca para uma dose de 15,35 kg ha<sup>-1</sup>. A aplicação da dose de fósforo não adequada pode proporcionar adsorção desse nutriente, que por sua vez afetando a disponibilidade desse nutriente, podendo acarretar redução na massa seca, devido à redução da síntese ácidos nucléicos, proteínas e ao retardamento das células (Loch et al. 2022).

Os íons Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> presentes na água de maior condutividade elétrica, promove toxidez na planta reduzindo sua massa seca, pois altera seu crescimento devido à redução de absorção de nutrientes pela planta e a aplicação de fósforo proporciona uma resistência ao estresse salino, melhorando a crescimento e desenvolvimento das plantas, aumentando a massa (Okasha e Khalifa, 2020; Lima et al., 2020). Resultados Lima & Souza. (2024) Também verificaram aumento na produção de massa seca do BRS Capiacu irrigado com água de menor salinidade e doses crescentes de fósforo.



**Figura 3.** Massa seca da parte aérea em função as doses de fósforo irrigado com água com condutividade elétrica 0,5 dS m<sup>-1</sup> e a 5,0 dS m<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

A aplicação de dose de fósforo de 30 kg ha<sup>-1</sup>, proporcionou maiores incrementos para as características de diâmetro do colmo e massa seca em condições da condutividade elétrica da água de irrigação em 5 dS m<sup>-1</sup>.

Para as condições sem estresse salino, a dose de fósforo 15 kg ha<sup>-1</sup> foram satisfatórios para resultados positivos para diâmetro do colmo e massa seca. Já para a altura de planta a dose de fósfor 30 kg ha<sup>-1</sup>, proporcionou melhor resultado. Além do estresse salino afetar o desenvolvimento da altura de planta

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A.L.B.; GOMES, S.P.; SOUSA, G.G.; CONRADO, J. A.; COSTA, J.G.J.; PIMENTEL, P.G.; ROCHA, A.C.; LESSA, C.I.N. Uso cíclico de fontes de nitrogênio em culturas de milho. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 8, 2020,p. 1- 5.

ARAÚJO, M.D.S; CUSTÓDIO, J.P.; SANTOS, B.F.; PELÁ, A.; CONEGLIAN, A. Growth and nutritional efficiency of acacia seedlings in response to phosphate fertilization. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias-Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, v. 15, n. 2, p. 1-8, 2020.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. 9 ed. Editora UFV, p.545, 2019.

CÓ, E. G.; SOUSA, G. G.; GOMES, S. P.; FREIRE, M. H. D. C.; SILVA, F. D. Strategies for the management of irrigation with saline water and nitrogen fertilization in millet crop. **Revista Caatinga**, v. 36, p. 424-431, 2023.

CRUZ FILHO, E. M.; SOUSA, G. G.; RIBEIRO, R. M. R.; CAMBISSA, P. B. C.; SOUZA, cultura do amendoim. **Nativa**, v. 12, n. 1, p. 20-25, 2024.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S.; SILVA, S. S.; SOARES, L. A. A.; CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H.R.; LACERDA, C. N.; FERNANDES, P. D. Trocas gasosas, pigmentos fotossintéticos e eficiência fotoquímica do gergelim sob estresse salino e adubação fosfatada. **Semina: Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 43, n. 3, p. 1237–1256, 2022.

FERREIRA JUNIOR, O. J.; MACHADO FILHO, G. C.; BRITO, L. E. M.; AGUIAR, G. R.; MATOS NETO, J. F.; SANTOS, M. M. Resposta agrônômica do arroz sob efeito de doses de fosfato de rocha. **Agri-Environmental Sciences**, v. 8, n. 2, p. 11-11, 2022.

FLORENTINO, L. S.; SANTOS, R. M.; OLIVEIRA, A. A.; LANDES, T. S.; PICAZEVICZ, A. A. C. Crescimento do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça em resposta a adubação

fosfatada na Amazônia ocidental. **Enciclopédia Biosfera**, centro científico conhecer. v. 16 v. 16, n. 30, p. 156, 2019.

KOPPEN, W. Dieklimate dererde-grundrib der kimakunde. Berlin, **Walter de gruy- ter verlag**,1923.

LESSA, C. I. N.; SOUSA, G. G.; SOUSA, H. C.; PEREIRA FILHO, J. V.; GOES, G. F. Salt stress in the early development stage of peanut genotypes. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 21, n. 4, p. 441–448, 2022.

LIMA, A. F.; SOUSA, G. G.; SOUZA, M. V. P.; SILVA JUNIOR, F. B.; GOMES, S. P.; MAGALHÃES, C. L. Cultivo do milho irrigado com água salina em diferentes coberturas mortas. **Irriga**, v. 25, n. 2, p. 347-360, 2020.

LIMA, G. D. M.; SOUZA, C. H. E. Carlos Henrique Eiterer. Influência da adubação fosfatada no desenvolvimento da BRS Capiacu. **Perquirere**, v. 21, n. 2, p. 131-139, 2024.

LOCH, D. G.; SILVA, S. A. S.; ARAÚJO, E. V. B.; JESUS, N. C.; ARAÚJO, M. L. M.; LIMA, G. G. Influência da adubação fosfatada aplicada a cultura da fava rajada. **Ciências Rurais em Foco**. Volume 6, p. 37. 2022.

LOPES, G. H. D. A.; RAMOS, L. F.; SALES, A. L. M.; SMERINE, V. G. V.; JUNIOR, A. D. D. S.; BEGA, R. M. Milho safrinha: efeito da adubação fosfatada associado a área de cultivo. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 2, p. 2196-2209, 2021.

LUCENA, L. R. R.; SIMÕES, J. V. L. P.; LEITE, M. L. M. V. Superfície de resposta de medidas morfométricas de *Pennisetum glaucum* submetidos ao estresse salino. **Archivos de zootecnia**, v. 68, n. 264, p. 540-545, 2019. n. 30, p. 156, 2019.

NETO, A. C. A.; NUNES, R. T. C.; QUEIROZ, R. C.; MOREIRA, G. L. P.; ANDRADE SILVA, R.; SÃO JOSÉ, A. R. Germinação e crescimento inicial de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. sob estresse salino. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43, n. 3, p. 283-292, 2020.

OKASHA, A.; KHALIFA, T.H.H. **The role of activated phosphorous sources in enhancing soil quality and rice productivity under saline sodic soil conditions.** المجلة العربية للعلوم الزراعية , v. 3, n. 8, p. 81-108, 2020.

PEREIRA FILHO, I. A.; FERREIRA, A. D. S.; COELHO, A. M.; CASELA, C. R.; KARAM, D.; RODRIGUES, J. A. S.; CRUZ, J.C.; WAQUIL, J. M. Manejo da Cultura do Milheto. **Sete Lagoas: Embrapa**, 2003.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.

SILVA, F. A. M.; JÚNIOR, E. J. D. S. C.; NASCIMENTO, J. M.; MATOS, C. D. C. Sorgo granífero cultivado sob diferentes doses de fósforo. **Recital-Revista de Educação, Ciência e**

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Africa Journal and Agriculture Research**. v. 11, n. 39, p.3733-3740, 2016.

SILVA, F. D. D. A.; PEREIRA, F. H. F.; JÚNIOR, J. E. C.; NOBREGA, J. S.; SANTOS DIAS, M. Aplicação foliar de prolina no crescimento e fisiologia do milho verde cultivado em solo salinizado. In: **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215. 2020. p. 23-34. Tecnologia de Almenara/MG, v. 4, n. 3, p. 88-103, 2022.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; et al. **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573p.