

## CARACTERÍSTICAS DO SOLO SOB USO DE COBERTURA ORGÂNICA E NÍVEIS DE SALINIDADE DA ÁGUA NO CULTIVO DA PALMA FORRAGEIRA

Ramona Rodrigues Amaro de Oliveira<sup>1</sup>, Rutilene Rodrigues da Cunha<sup>2</sup>,  
José Francismar de Medeiros<sup>3</sup>, Rafael Oliveira Batista<sup>4</sup>, Eulene Francisco da Silva<sup>5</sup>, Caetano  
Alves de Lima Neto<sup>6</sup>

**RESUMO:** Em regiões semiáridas, a escassez hídrica tem intensificado o uso de águas salobras na irrigação agrícola, exigindo estratégias de manejo que minimizem os impactos negativos no solo. Objetivou-se com presente estudo avaliar os efeitos da cobertura do solo com palha de arroz, de níveis de salinidade da água de irrigação (0,1; 2,5; 5,0; 7,5 e 10 dS m<sup>-1</sup>), e da profundidade (0–20 e 20–40 cm) nas características químicas do solo cultivado com palma forrageira (IPA Sertânia). As variáveis analisadas foram pH, P, N e matéria orgânica (MO). Os resultados indicaram que o uso de cobertura orgânica aumentou os teores de P, N e MO no solo, enquanto o pH apresentou leve redução, possivelmente associada à liberação de ácidos orgânicos durante a decomposição. Observou-se maior acúmulo de nutrientes e MO na camada superficial (0–20 cm), indicando o papel da matéria orgânica na retenção de nutrientes. Os efeitos da salinidade não apresentaram tendência, sugerindo interações complexas entre os fatores avaliados. Conclui-se que a cobertura orgânica melhora a fertilidade do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** salinidade, matéria orgânica, fertilidade do solo.

## SOIL CHARACTERISTICS UNDER THE USE OF ORGANIC MULCH AND WATER SALINITY LEVELS IN FORAGE CACTUS CULTIVATION

**ABSTRACT:** In semi-arid regions, water scarcity has intensified the use of saline and brackish water for agricultural irrigation, demanding management strategies that minimize impacts on the soil. This study aimed to evaluate the effects of different irrigation water salinity levels (0.1, 2.5, 5.0, 7.5, and 10 dS m<sup>-1</sup>), soil cover with rice straw, and sampling depth (0–20 and 20–40 cm) on the chemical characteristics of soil cultivated with forage cactus (IPA Sertânia). The

<sup>1</sup> Mestranda, Programa de Pós Graduação em Manejo de Solo e Água, UFERSA, CEP 59625-900, Mossoró, RN. e-mail: ramona\_amaro@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró, RN.

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró, RN.

<sup>4</sup> Prof. Doutor, Depto de Engenharia e Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró, RN.

<sup>5</sup> Profa. Doutora, Depto de Ciências Agronômicas e Florestais, UFERSA, Mossoró, RN.

<sup>6</sup> Graduando em Agronomia, Depto de Ciências Agronômicas e Florestais, UFERSA, Mossoró, RN.

variables analyzed were pH, phosphorus (P), nitrogen (N), and organic matter (OM). Results indicated that organic cover increased the levels of P, N, and OM in the soil, while pH showed a slight decrease, possibly due to the release of organic acids during decomposition. A greater accumulation of nutrients and OM was observed in the topsoil layer (0–20 cm), highlighting the role of organic matter in nutrient retention. The effects of salinity did not follow a linear trend, indicating complex interactions among the evaluated factors. It is concluded that organic cover improves soil fertility.

**KEYWORDS:** salinity, organic matter, soil fertility.

## INTRODUÇÃO

Em cenário de escassez hídrica, como ocorre em regiões semiáridas, o uso de águas não convencionais se faz necessário, como, por exemplo, as águas salina e salobra (provenientes de águas subterrâneas) para maximizar a produção agrícola (Cavalcante et al., 2021), uma vez que as águas superficiais (de boa qualidade) para fins de irrigação encontram-se cada vez mais escassas. As águas procedentes de poços cristalinos, predominantes no semiárido brasileiro, geralmente possuem elevadas concentrações de sais dissolvidos, sendo predominantemente salobras (Nascimento et al., 2020). Devido a isso, é fundamental um manejo adequado para garantir a produtividade das culturas e a preservação do solo.

Um fator atenuante dos efeitos do uso de águas salobras na produtividade agrícola é a aplicação de matéria orgânica, que melhora as condições físicas, químicas e biológicas do solo, pois, além de fornecer energia e nutrientes, contribui para o aumento da CTC, favorecendo a disponibilidade de vários nutrientes (Santos et al., 2020). Além disso, o uso de águas salobras na agricultura demanda o uso de culturas tolerantes à salinidade. A palma forrageira, cactácea com características morfofisiológicas de adaptação a essas condições, surge como alternativa para a complementação da forragem animal, possuindo, ainda, elevada capacidade de captação diária de dióxido de carbono.

No Nordeste, a palma é uma das principais forrageiras utilizadas na alimentação do gado leiteiro, principalmente, no período de estiagem, onde se faz necessária a utilização de sistemas de irrigação para a complementação hídrica (Marques et al., 2017). Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar as alterações nas características químicas do solo irrigado com cinco níveis de salinidades, em diferentes profundidades, durante o cultivo da palma forrageira (IPA Sertânia), utilizando a matéria orgânica com vistas à minimização da salinização.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Estação Experimental de Apodi, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), no município de Apodi/RN, sob coordenadas 5°37'37.4" S e 37°48'56.3" O. O clima predominante da região é do tipo As, de acordo com a classificação de Köppen, com precipitação pluvial média de 803 mm por ano e temperatura média do ar de 26,1°C (Alvares et al., 2013).

Para a caracterização do solo, foram coletadas amostras nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm ao final do experimento (07/11/2017). As amostras foram alocadas e analisadas conforme a metodologia de Donagema et al. (2011) para determinar os teores de matéria orgânica (MO), nitrogênio (N), fósforo (P) e o potencial hidrogeniônico (pH) do solo. A implantação da palma forrageira IPA Sertânia foi realizada em setembro de 2016. A escolha da área deu-se por meio de sorteio inteiramente casualizado, com blocos e tratamentos dispostos na área de estudo. A área de implantação possui dimensões de 38,0 m x 46,0 m, constituída de 15 fileiras de palma com 42 m cada em cada bloco. O plantio possui ruas de 3,0 m entre os blocos, com espaçamento de 0,1 m entre plantas. Cada parcela principal teve três fileiras de palma com 10,5 m de comprimento e espaçamento de 2,0 x 0,1 m, sendo a fileira central usada como área útil e as laterais como bordadura. Nas subparcelas, aplicou-se cobertura do solo com e sem palha de arroz.

A adubação incluiu superfosfato simples na fundação e fertirrigação mensal com ureia e potássio, totalizando 300 kg de nitrogênio, 100 kg de potássio e 378 kg de fósforo. No sistema de irrigação, utilizou-se o gotejamento em fileiras simples, por fita do tipo gotejadora de pequena intensidade, de 16 mm de diâmetro, vazão de 5 L h<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup> e espaçamento entre os gotejadores de 0,30 m. A água utilizada na irrigação foi proveniente de poço tubular, localizado na EMPARN em Apodi-RN, a qual foi acrescida de níveis de salinidade, resultando nas concentrações de 2,5; 5,0; 7,5 e 10 dS m<sup>-1</sup>, para complementação hídrica da cultura da palma forrageira IPA.

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos completos casualizados, com quatro repetições, com parcelas subdivididas. Os níveis de salinidade da água de irrigação (0,1; 2,5; 5,0; 7,5 e 10 dS m<sup>-1</sup>) aplicados nas parcelas, a cobertura do solo com ou sem palha de arroz foi utilizada nas subparcelas, e as profundidades do solo (0–20 cm e 20–40 cm) compuseram as subsubparcelas, totalizando 40 unidades experimentais. Os dados foram submetidos ao teste de média (Tukey,  $p \leq 0,05$ ) e análise de regressão ( $R^2 \geq 0,75$ ,  $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se as médias das variáveis, fósforo (P), potencial hidrogeniônico (pH), matéria orgânica (MO) e nitrogênio (N) em função das cinco concentrações salinas, com e sem adubação orgânica, em diferentes profundidades. É possível observar que, no tratamento com cobertura, as variáveis P, N e MO apresentaram valores superiores aos do tratamento sem cobertura, porém N e MO apresentaram diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ). Esse resultado pode ser explicado pela capacidade dos compostos orgânicos de promover a agregação do solo, liberando fósforo e nitrogênio de forma gradual, reduzindo perdas por lixiviação e erosão, estimulando a atividade microbiana e a melhora a retenção de nutrientes (Tolledo et al., 2022). Moretti et al. (2025), ao estudarem sobre o impacto das coberturas vegetais na fertilidade do solo e na nutrição do arroz, constataram que a não incorporação da palha levou à redução nos teores de N e P, o que corrobora os resultados obtidos neste trabalho. O pH foi a única variável que apresentou redução no tratamento com cobertura vegetal, resultando na maior acidez do solo. Esse comportamento segue a mesma tendência que os resultados encontrados por Fossatti et al., (2024). Isso ocorre possivelmente devido a liberação de ácidos orgânicos durante a decomposição da matéria orgânica, que contribuem para a redução do pH (Tonon et al., 2010).

Com relação aos teores de pH, P, MO e N, observa-se uma tendência de redução dos valores com o aumento da profundidade do solo. No entanto, diferenças estatísticas ocorreram nos atributos N e MO ( $p \leq 0,05$ ) quando as profundidades foram comparadas. Ao analisar a distribuição de carbono orgânico e nitrogênio ao longo de 181 perfis do solo em áreas no sudeste dos Estados Unidos, Franzluebbbers (2024) constatou que as concentrações de C e N apresentaram redução logarítmica com o aumento da profundidade, resultado que corrobora os achados do presente estudo. Essa tendência é explicada pelo acúmulo de resíduos orgânicos na superfície do solo, refletindo a dinâmica natural de deposição e decomposição da matéria orgânica, o que contribui para as maiores concentrações das variáveis (N, MO, pH e P) nas camadas superficiais do solo (Dubeux Jr. et al., 2024).

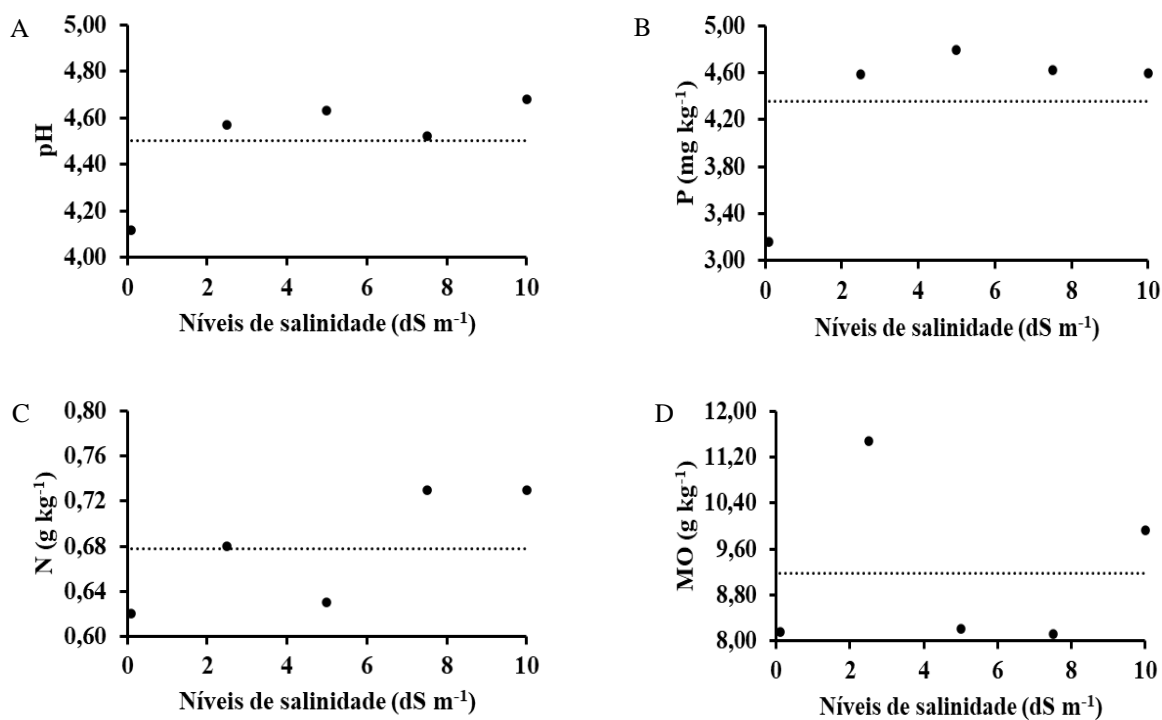
**Tabela 1.** Valores médios de pH, fósforo (P), nitrogênio (N) e matéria orgânica (MO) do solo em diferentes níveis de salinidade, cobertura vegetal (palha de arroz) e profundidades de coleta ao final do experimento (07/11/2017).

Variáveis	Cobertura*		Profundidade (cm)*		Níveis de salinidade (dS m <sup>-1</sup> )*				
	Sem	Com	0-20	20-40	0,1	2,5	5,0	7,5	10,0
pH	4,57a	4,45a	4,55a	4,46a	4,12b	4,57a	4,63a	4,52ab	4,68a
P (mg kg <sup>-1</sup> )	3,94a	4,76a	4,76a	3,94a	3,16a	4,59a	4,79a	4,62a	4,60a
N (g kg <sup>-1</sup> )	0,63b	0,73a	0,77a	0,59b	0,62a	0,68a	0,63a	0,73a	0,73a
MO (g kg <sup>-1</sup> )	8,40b	9,95a	9,97a	8,38b	8,15a	11,48a	8,21a	8,11a	9,92a

Nota: pH - Potencial Hidrogeniônico; P - Fósforo e N - Nitrogênio em mg kg<sup>-1</sup>; MO - Matéria Orgânica em g kg<sup>-1</sup>. \* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Com relação à salinidade, apenas o atributo pH apresentou diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) devido ao maior aporte de sais que ocorreram nos níveis 2,5; 5,0 e 10  $\text{dS m}^{-1}$ . Notou-se na Figura 1 que o modelo nulo (média) foi o que melhor explicou as variações dos atributos pH, P, N e MO em relação aos níveis de salinidade. É possível observar que não existe uma tendência linear (crescente ou decrescente), nos efeitos dos níveis crescentes de salinidade sobre os atributos, possivelmente devido às interações complexas entre os fatores físico-químicos do solo avaliados. Estudos na literatura evidenciam comportamento distintos aos observados ao presente trabalho, apresentando uma correlação negativa entre o aumento da salinidade do solo e a variabilidade nas concentrações P, N e MO, diminuindo a sua disponibilidade no solo (Ding, et al., 2020; Li et al., 2021; Hassani et al., 2024).

Com relação ao pH, Tan & Thanh (2021) constataram que maiores níveis de salinidade diminuiriam o pH do solo. Os autores relatam que, quando a salinidade é aumentada, a troca catiônica entre  $\text{Na}^+$  e  $\text{H}^+$  pode levar ao aumento da concentração de íons  $\text{H}^+$  na solução do solo, diminuindo, por sua vez, o pH do solo, tornando-o mais ácido. Já Díaz et al. (2018) observaram que o aumento nos níveis de salinidade tornou o solo mais alcalino, elevando o pH. Essas divergências quanto ao efeito da salinidade sobre o pH podem ser atribuídas às diferenças na capacidade tampão do solo e ao tipo de sal predominante que provoca a salinização.



Nota: \*Significativa a 5% de probabilidade pelo teste t.

**Figura 1.** Relação entre níveis de salinidade da água de irrigação e os valores de pH, fósforo (P), nitrogênio (N) e matéria orgânica (MO) do solo cultivado com palma forrageira.

## CONCLUSÕES

Os teores de P, N e MO foram superiores nas parcelas com cobertura, evidenciando a importância da adição de compostos orgânicos na manutenção da fertilidade do solo, especialmente em ambientes semiáridos, onde as condições edafoclimáticas são mais restritivas. A distribuição dos nutrientes e da matéria orgânica também variou conforme a profundidade, com maiores concentrações nas camadas superficiais (0–20 cm), reforçando a relação entre o acúmulo de resíduos orgânicos na superfície e a maior disponibilidade de nutrientes. Em relação à salinidade, apenas o atributo pH apresentou variação. A ausência de uma tendência nos efeitos da salinidade sobre os atributos indica que os resultados foram influenciados por múltiplas interações físico-químicas e biológicas no solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p. 711-728, 2013.
- CAVALCANTE, E. S.; LACERDA, C. F. D.; COSTA, R. N. T.; GHEYI, H. R.; PINHO, L. L.; BEZERRA, F. M. S.; CANJÁ, J. F. Supplemental irrigation using brackish water on maize in tropical semi-arid regions of Brazil: Yield and economic analysis. **Scientia agrícola**, v. 78, n. suppl 1, p. e20200151, 2021.
- DÍAZ, F. J.; GRATTAN, S. R.; REYES, J. A.; ROZA-DELGADO, B.; BENES, S. E.; JIMNEZ, C.; DORTA, M.; TEJEDOR, M. Using saline soil and marginal quality water to produce alfalfa in arid climates. **Agricultural Water Management**, v. 199, p. 11-21, 2018.
- DING, Z.; KHEIR, A. M. S.; ALI, O. A. M.; ABDELAAL, A. I. N.; LIN, X.; ZHOU, Z.; WANG, B.; LIU, B.; HE, Z. The integrated effect of salinity, organic amendments, phosphorus fertilizers, and deficit irrigation on soil properties, phosphorus fractionation and wheat productivity. **Scientific Reports**, v. 10, n. 2736, 2020.
- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p.230, 2011. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

DUBEUX JR, J. C.; LIRA JUNIOR, M. D. A.; SIMILI, F. F.; BRETAS, I. L.; TRUMPP, K. R.; BIZZUTI, B. E.; MENDES, C. T. Deep soil organic carbon: A review. **Cabi Reviews**, n. 2024, 2024.

FOSSATI, F. S.; CORREA, S. I. I.; OLIVEIRA, L. S.; BRITO, T. I. N.; FALEIRO, J. H.; FELISBINO, J. K. R. P.; SILVA, F. S.; SOUZA, F. A. C.; SILVA, B. H. S. T. Efeito da cobertura vegetal na atividade química de solos em áreas íngremes. **Editora Científica Digital**, v. 16, p. 208-217, 2024.

FRANZLUEBBERS, A. J. Soil depth distribution of particulate organic carbon and nitrogen in the southeastern United States. **Agricultural Environmental Letter**, v.9, 2024.

HASSANI, A.; SMITH, P.; SHOKRI, N. Negative correlation between soil salinity and soil organic carbon variability. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 121, n. 18, p. e2317332121, 2024.

LI, X.; WANG, A.; WAN, W.; LUO, X.; ZHENG, L.; HE, G.; HUANG, D.; CHEN, W.; HUANG, Q. High Salinity Inhibits Soil Bacterial Community Mediating Nitrogen Cycling. **American Society Microbiology Journals**, v. 87, n. 21, 2021.

MARQUES, O. F. C.; PAULA GOMES, L. S.; MOURTHÉ, M. H. F.; BRAZ, T. G. S.; NETO, O. D. S. P. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n.1, p. 75-93, 2017.

MORETTI, B.; VIDOTTO, F.; GRIGNANI, C.; SAID-PULLICINO, D.; FOGLIATTO, S. Cover crops, soil fertility and straw management influence rice nutrition, weed competition and greenhouse gas emissions in a mesocosm study. **Italian Journal of Agronomy**, v. 20, n. 2, p. 100037, 2025.

NASCIMENTO, S. A. M., GOMES, M. D. C. R.; RIBEIRO, R. S. Caracterização hidrogeoquímica do aquífero fissural no município de Uauá, Bahia-Brasil. **Geochimica Brasiliensis**, v. 34, n. 2, p. 195-202, 2020.

SANTOS, R. H. S.; DIAS, M. D. S.; SILVA, F. D. A., SANTOS, J. P. D. O.; SANTOS, S. C.; REIS, L. S.; TAVARES, C. L. Development of maize crop under the effect of saline water and organic matter. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 3, p. 84-93, 2020.

TAM, L.V.; THANH, T. The effects of salinity on changes in characteristics of soils collected in a saline region of the Mekong Delta, Vietnam. **De Gruyter**, v. 19, p. 471-480, 2021.

TOLEDO, R. L.; LERDA, C.; MORETTI, B.; MINIOTTI, E.; SANTORO, V.; FERNANDEZ-ONDOÑO, E.; CELI, L. Cover crops increase N and P cycling and rice productivity in temperate cropping systems. **Agronomy**, v. 12, n. 9, p. 2193, 2022.

TONON, G.; SOHI, S.; FRANCIOSO, O.; FERRARI, E.; MONTECCHIO, D.; GIOACCHINI, P.; POWLSON, D. Effect of soil pH on the chemical composition of organic matter in physically separated soil fractions in two broadleaf woodland sites at Rothamsted, UK. **European Journal of Soil Science**, v. 61, n. 6, p. 970-979, 2010.