

FORMAS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DE MILHO SUBMETIDA AO ESTRESSE SALINO

Juliano Gomes¹, Geocleber Gomes De Sousa², Henderson Castelo Sousa³, Geovana Ferreira
Goes⁴, Maiany Alves Patriota⁵, Bidamissa Mané⁶

RESUMO: O nitrogênio é o macronutriente mais requerido pela cultura do milho, porém, os solos brasileiros possuem baixos teores disponíveis desse nutriente, além da sua instabilidade no solo. Objetivou-se com esse trabalho avaliar as características agrônômicas da cultura de milho sob estresse salino e diferentes doses de nitrogênio aplicadas de forma convencional e fertirrigada. O trabalho foi conduzido em campo na área experimental da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), em delineamento de blocos casualizados, esquema fatorial 3 x 2 x 2 e quatro repetições. Os tratamentos foram: 3 doses de nitrogênio (50; 100; 150); 2 condutividades elétricas da água de irrigação (0,8 e 3,0 dS m⁻¹) e 2 formas de adubações (convencional e fertirrigada). Foi avaliada a altura de planta e massa seca da planta. Para altura de plantas, a adubação convencional proporcionou maiores médias que a adubação fertirrigada na dose 150 e não houve diferença estatística na adubação fertirrigada comparada entre as doses, ao passo que para adubação convencional a dose 50 proporcionou menores médias. Adubação convencional associada à dose de 150 e CEa menor (0,8 dS m⁻¹) incrementou a maior massa seca.

PALAVRAS-CHAVE: fertirrigação, doses-de-nitrogênio, salinidade

¹ Graduando em Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB, Redenção-CE, CEP: 62790-000, Fone: (85) 982116570, e-mail: julianog@aluno.unilab.edu.br.

² Doutor em Engenharia Agrícola; Professor da UNILAB, Redenção, CE; e-mail: sousagg@unilab.edu.br.

³ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFC, CE, e-mail: castelohenderson@gmail.com.

⁴ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFC, CE, e-mail: ggoes64@gmail.com.

⁵ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFC, CE, e-mail: maiapatriota@gmail.com.

⁶ Graduando em Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB, Redenção, CE; E-mail: manebidamissa@gmail.com.

FORMS OF NITROGEN FERTILIZATION IN MAIZE CROPS SUBJECTED TO SALT STRESS

ABSTRACT: Nitrogen is the macronutrient most required by corn crops, but Brazilian soils have low levels of this nutrient available, in addition to its instability in the soil. The objective of this study was to evaluate the agronomic characteristics of corn crops under saline stress and different doses of nitrogen applied conventionally and through fertigation. The study was conducted in the field at the experimental area of the Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), in a randomized block design, 3 x 2 x 2 factorial scheme, and four replicates. The treatments were: 3 doses of nitrogen (50, 100, 150); 2 electrical conductivities of irrigation water (0.8 and 3.0 dS m⁻¹) and 2 forms of fertilization (conventional and fertigation). Plant height and dry weight were evaluated. For plant height, conventional fertilization provided higher averages than fertigation fertilization at the 150 dose, and there was no statistical difference in fertigation fertilization compared between doses, whereas for conventional fertilization, the 50 dose provided lower averages. Conventional fertilization associated with the 150 dose and lower ECa (0.8 dS m⁻¹) increased dry mass the most.

KEYWORDS: fertigation, nitrogen doses, salinity.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) da família poaceae é originário da América Central, uma das mais importantes culturas para humanidade, advinda de sua importância econômica, social, nutricional e de variadas formas de seu uso na alimentação humana e animal. Possui alta adaptabilidade às diferentes regiões do mundo, sendo cultivado em todos os estados do Brasil em diferentes épocas do ano, especialmente região Nordeste, na qual a produção agrícola geralmente é limitada devido à escassez hídrica, presença de altas condutividades elétricas nas águas (CEa) e solos salinos causados por fatores como material de origem, irregularidade pluviométrica e altas taxas de evapotranspiração (Goes et al., 2021; Jean et al., 2025). Isso ocorre devido aos efeitos dos sais que afetam de forma negativa processos fisiológicos, metabólicos e bioquímicos das plantas, provocando o fechamento de estômatos, redução da disponibilidade de CO₂ e concentração de pigmentos como clorofila e carotenoides.

Outro fator relacionado é o desequilíbrio na absorção e assimilação de nutrientes e água, tornando as práticas de irrigação e adubação necessárias (Sousa et al., 2018). Para a cultura do

milho, o nitrogênio é o macronutriente mais requerido, sendo essencial para funções bioquímicas da planta, como constituinte de componentes da célula vegetal: proteínas, ácidos nucleicos e clorofila que é indispensável para o processo de fotossíntese (Oliveira et al., 2024; Jean et al., 2025).

Devido aos baixos teores de nitrogênio disponíveis nos solos brasileiros e por instabilidade desse nutriente no solo, perdas por volatilização, lixiviação etc. (Costa et al., 2020), a adoção de boas práticas de manejo desse nutriente como o uso da dose certa aplicada de forma adequada torna-se essencial. Silva et al., (2024), ao avaliarem diferentes doses de nitrogênio aplicadas de forma convencional na cultura de milho, observaram o aumento significativo nas médias das variáveis analisadas com o aumento das doses de nitrogênio. Da mesma forma, Moraes et al. (2023), constataram o aumento do crescimento das plantas de cana-de-açúcar submetidas a diferentes doses de nitrogênio.

Mediante ao que foi exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar as características agrônômicas da cultura de milho sob estresse salino e diferentes doses de nitrogênio aplicadas de forma convencional e fertirrigada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, no mês de agosto do ano 2023 na área experimental da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada no Campus da Liberdade, em Redenção, Ceará, sob coordenadas geográficas 04° 13' 33" S e 38° 43' 50" W, altitude média de 88 metros. O clima da região é do tipo Aw' (Köppen 1923), caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com predominância de chuvas nas estações de verão e outono. De acordo com os dados meteorológicos da FUNCEME, (2017) a precipitação média anual é de 1.086 mm, a temperatura média do ar 26°C e a umidade relativa média de 71,26%.

Antes da instalação do experimento, foi realizada a coleta de amostras do solo para análises laboratoriais das características químicas (Tabela 1) seguindo a metodologia descrita por Teixeira et al. (2017), sendo o solo classificado como Argissolo vermelho-amarelo, de textura arenosa, conforme metodologia de Santos et al. (2018).

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental

M.O ¹	N	pH ²	P*	Ca	Mg	K	H+Al	Al	SB ³	CTC	V ⁴	
-----g kg ⁻¹ -----	(H ₂ O)		mg kg ⁻¹	-----cmol _c dm ⁻³ -----								%
4,76	0,28	6,5	1	1,9	1,9	0,16	1,65	0,05	3,96	5,61	70,6	

¹Matéria orgânica; *Extrator Mehlich⁻¹; ²potencial hidrogeniônico; ³Soma de bases; ⁴Saturação por bases;

Foi adotado o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 2 x 2 e quatro repetições. Primeiro fator constituiu-se de três doses de nitrogênio (50; 100; 150); segundo fator constituído por duas condutividades elétricas da água de irrigação (0,8 dSm⁻¹ e 3,0 dS m⁻¹) e o terceiro por duas formas de adubações (convencional e fertirrigada).

As adubações foram feitas de forma parcelada, baseando-se na análise do solo feita antes da instalação do experimento, e da exigência nutricional da cultura (90 kg ha⁻¹ de N; 30 kg ha⁻¹ de K e 40 kg ha⁻¹ de P), sendo que para os tratamentos com doses de nitrogênio, utilizou-se uréia (45% N) como fonte de nitrogênio do qual a adubação convencional foi aplicada manualmente no sulco de plantio ao passo que fertirrigação, seguiu-se a diluição da uréia em água e aplicada de forma manual.

Foi utilizado cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl₂.2H₂O), e cloreto de magnésio (MgCl₂.6H₂O), na proporção de 7:2:1, respectivamente, para obter a condutividade elétrica de água, CEa, desejada (0,8 e 3,0 dS m⁻¹) de acordo com a relação entre CEa e condutividade elétrica (mmolc L⁻¹ = CE × 10) proposta por Rhoades et al. (2000). A solução da água salobra preparada foi armazenada em caixas d'água com capacidade de 500L. Sendo utilizado o sistema de irrigação por gotejamento com emissores de 8,0 L h⁻¹ de vazão, espaçadas em 0,20 m entre si (mesmo espaçamento utilizado entre as plantas). A lâmina de irrigação aplicada de 2 em 2 dias foi calculada com base no coeficiente da cultura (Kc) (Doorenbos & Kassam, 1994), e evapotranspiração de referência (ETo) estimada através do tanque classe A, sendo o tempo de irrigação obtido através da Equação 1:

$$T_i = \frac{ET_c \times E_p}{E_a \times q} \times 60 \quad (1)$$

Em que:

T_i - Tempo de irrigação (min); E_{Tc} - Evapotranspiração da cultura no período (mm); E_p - espaçamento entre gotejadores; E_a - Eficiência de aplicação (0,92); q - vazão (L h⁻¹).

A semeadura ocorreu com cinco sementes por cova e aos 8 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste deixando duas plantas por cova. Aos 40 DAS, foram retiradas amostras

destrutivas das quais foram avaliadas altura de planta mensurada com auxílio de uma trena e massa seca da planta determinada pela secagem na estufa a 65°C com circulação de ar forçado durante 72 horas até atingirem valor constante de matéria seca, determinadas em balança analítica de precisão com resultado expresso em gramas (g).

Os resultados foram submetidos à análise variância (ANOVA), pelo teste F e, quando significativos, ao Teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade por meio do programa ASSISTAT 7.7 Beta (Silva & Azevedo, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas de milho (Figura 1) foi influenciada pelas formas de adubação e doses de nitrogênio. As formas de adubações comparadas na mesma dose diferiram apenas na dose 150, na qual a adubação convencional proporcionou maiores médias. Não houve diferença estatística na adubação fertirrigada comparada entre as doses, ao passo que para adubação convencional a dose 50 proporcionou menores médias diferindo estatisticamente das demais doses que não diferem entre si. Demonstrando efeito positivo do aumento das doses de nitrogênio na adubação convencional para altura de plantas.

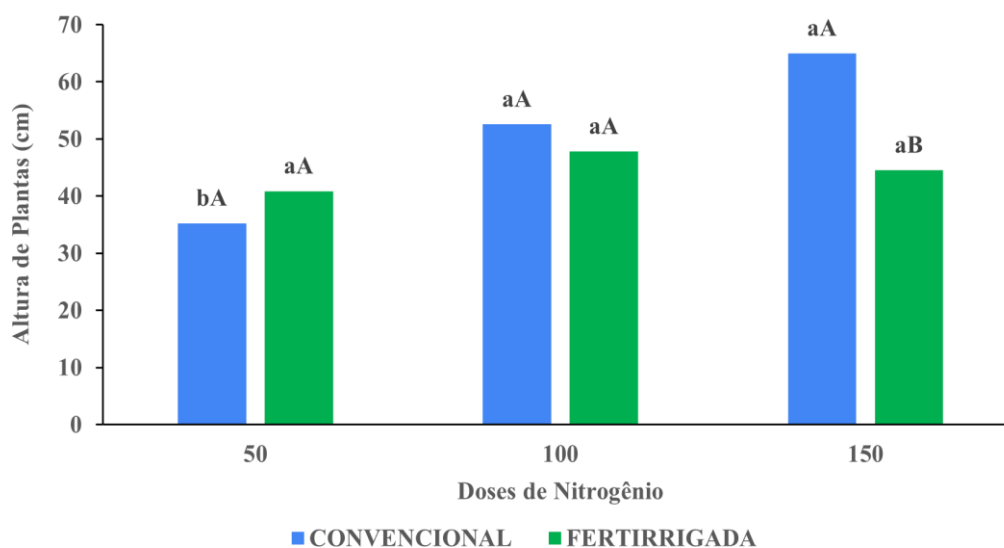


Figura 1. Altura de plantas de milho sob doses de nitrogênio e formas de adubações. Letras minúsculas comparam a mesma forma de adubação entre as doses e maiúsculas comparam formas de adubações na mesma dose. Letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey.

Silva et al. (2024) constataram um crescimento linear crescente da altura de planta com o aumento das doses de nitrogênio na cultura de milho. Resultados similares foram observados por Moraes et al. (2023) na cultura de cana-de-açúcar. Da mesma forma, Munhoz et al., (2020) observaram menor altura de plantas de milho com o uso de fertirrigação líquida de 15-0-15 com concentração de 100% em relação a 50% de concentração e convencional.

A massa seca das plantas de milho foi influenciada por interação entre os três fatores (Figura 2) dos quais, com exceção da dose 150 na água de menor condutividade elétrica onde a adubação convencional proporcionou maior média da massa seca das plantas de milho, as formas de adubações comparadas tanto na mesma dose e água como entre doses e águas não diferiram estatisticamente.

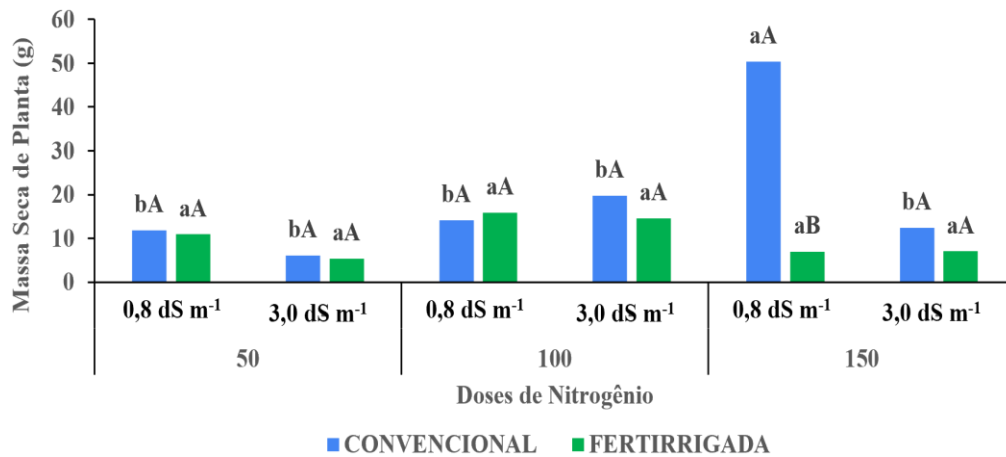


Figura 2. Massa seca de milho sob doses de nitrogênio, condutividade elétrica e formas de adubações. Letras minúsculas comparam a mesma forma de adubação entre as doses e águas e maiúsculas comparam formas de adubações na mesma dose e água. Letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey.

Similarmente, Munhoz et al. (2020) não observaram diferença significativa na fertirrigação de doses de concentração líquida (0, 50, 100 e 150%) do composto 15-0-15 na cultura de milho. Diferente do observado, Fernandes et al. (2020) constataram crescimento linear da massa seca de milho com o aumento de doses de nitrogênio na forma fertirrigada. Araújo et al. (2024), avaliando doses de nitrogênio na cultura de milho adubada de forma convencional, constataram maior massa seca total na maior dose utilizada. Sousa et al., (2018), reportam que de forma isolada, o aumento de CEa reduziu a massa seca de milho.

CONCLUSÕES

O aumento das doses de nitrogênio na adubação convencional proporcionou maiores médias da altura de planta. Ao passo que na mesma variável, a adubação fertirrigada não diferiu estatisticamente entre as doses. Adubação convencional associada a dose de 150 e CEa menor ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$) resultou na maior massa seca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, A. C. R.; SOUSA, W. S.; PELÁ, A.; SILVA, A. T.; SOUSA, V. O.; PELÁ, G. M. Efeito de fontes nitrogenadas protegidas e de solução concentrada em adubação de cobertura em milho. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v.11, n.2, p.36-45, 2020.

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, 2017.

FERNANDES, C. N. D.; FERNANDES, C. N. V.; VIANA, T. V. A.; SOBREIRA, A. E. A.; ALVES, J. L. S.; AZEVEDO, B. M. Fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do milho verde. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.13, nº.6, p. 3724 - 3730, 2020.

GOES, G. F.; SOUSA, G. G.; LESSA, C. I. N.; SILVA, F. D. B.; LACERDA, C. F.; NOGUEIRA, R. D. S. Uso de cobertura morta e água salina na produtividade da cultura do milho. **Revista Irriga, Botucatu**, v. 1, n. 4, p. 730-738, dezembro, 2021.

JEAN, A.; ROCHA, D. R.; MOTA, P. R. D'A. Influência da adubação nitrogenada aplicada em cobertura e do arranjo de plantas no cultivo de milho verde. **Revista Delos**, Curitiba, 2025.

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

MUNHOZ, I. R.; SOBRAL, A. J.; NAKAO, A. H. Influência de adubos líquidos na produção de espiga de milho verde irrigado. **Revista Funec Científica**, 2020.

MORAES, G. S.; SANTOS, L. N. S.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, E. C.; CUNHA, G. N. Desenvolvimento e produtividade de cana-de-açúcar irrigada e adubada com diferentes fontes de nitrogênio. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 28, n. 2, p. 439-453, 2023.

OLIVEIRA, G. R.; AFFÉRI, F. S.; PELUZIO, J. M.; CARMASSI, A. L.; PEGUIN, L. H. D. L.; MEIRA, O. D. C. **Produtividade e retorno econômico sob doses de nitrogênio em lavoura de milho irrigado**. Observatorio De La Economia Latinoamericana, Curitiba, 2024.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. 1.ed. Campo Grande, PB: UFPB, 2000. 117 p.

SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A., ARAUJO FILHO, J. C., OLIVEIRA, J. B., & CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2018.

SILVA, R. C.; CARVALHO, M. A. C.; FIGUEIREDO, A. M. D. C.; PARENTE, T. D. L.; CAIONE, G.; YAMASHITA, O. M.; DALLACORT, R. Desempenho e produtividade da cultura do milho sob diferentes doses de nitrogênio. **Editora Científica**, Vol 01, 2024.

SOUSA, G. G.; RODRIGUES, V. S.; SALES, J. R. S.; CAVALCANTE, Fábio; SILVA, G. L.; LEITE, K. N. Estresse salino e cobertura vegetal morta na cultura do milho. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.12, nº.7, p. 3078 – 3089, 2018.

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