

TROCAS GASOSAS DE CLONES DE CAJUEIRO ANÃO PRECOCE IRRIGADOS COM ÁGUAS SALOBRAS

Thiago Filipe de Lima Arruda¹, Carlos Alberto Vieira de Azevedo², Geovani Soares de Lima²,
Guilherme Souza de Carvalho³, Kheila Gomes Nunes⁴, Denis Soares Costa⁴

RESUMO: O Nordeste brasileiro é caracterizado pelas elevadas taxas de evapotranspiração e má distribuição das chuvas afetam esta produção, situação que afeta a expansão da fruticultura. Desta forma, objetivou-se com este estudo avaliar as trocas gasosas de clones de cajueiro anão precoce irrigado com águas salobras na fase de formação de porta-enxertos. O experimento foi desenvolvido sob condições de casa de vegetação pertencente a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, no esquema 7×4 , sendo sete níveis e condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,4; 0,9; 1,4; 1,9; 2,4; 2,9; 3,4 dS m⁻¹) e quatro clones de cajueiro anão precoce (FAGA 1, FAGA 11, EMBRAPA 51, BRS 226) com três repetições e duas plantas por parcela. As trocas gasosas foram avaliadas pela concentração interna de CO₂ (*C_i*), condutância estomática (*g_s*), transpiração (*E*) e assimilação de CO₂ (*A*). A salinidade da água a partir de 0,4 dS m⁻¹ inibiu as trocas gasosas do cajueiro anão precoce, independente do clone avaliado.

PALAVRAS-CHAVE: Fruticultura, semiárido, divergência

GAS EXCHANGE OF EARLY DWARF CASHEW CLONES IRRIGATED WITH BRAZY WATER

ABSTRACT: The Brazilian Northeast is characterized by high evapotranspiration rates and greater rainfall distribution that affect this production, a situation that affects the expansion of fruit growing. Thus, the objective of this study was to evaluate the gas exchange of cashew clones not early irrigated with brackish water in the rootstock formation phase. The experiment was developed under conditions of a development house belonging to the Academic Unit of

¹ Pesquisador, CAPES/UFCG/PPGEA, CEP: 58429-900, Campina Grande, PB. Fone: (83) 99840-8028, e-mail: thiago.filipe.la@hotmail.com;

² Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB;

³ Graduando em Engenharia Agrícola – UAEA, UFCG, Campina Grande, PB;

⁴ Doutoranda em Irrigação e Drenagem, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB;

Agricultural Engineering of the Federal University of Campina, using a randomized block design, in a 7×4 scheme, with seven levels and electrical conductivity of biodiversity water - EC_w (0.4; 0.9; 1.4; 1.9; 2.4; 2.9; 3.4 dS m⁻¹) and four clones of early dwarf cashew (FAGA). 1, FAGA 11, EMBRAPA 51, BRS 226) with three replicates and two plants per plot. Gas exchanges were evaluated by internal CO₂ concentration (C_i), stomatal conductance (g_s), transpiration (E) and CO₂ assimilation (A). Water salinity from 0.4 dS m⁻¹ inhibited gas exchanges in cashew trees not early, regardless of the clone evaluated.

KEYWORDS: Fruit farming, semiarid, divergence

INTRODUÇÃO

A fruticultura é uma atividade relevante no cenário socioeconômico da região Nordeste brasileira já que engloba a criação de vários empregos principalmente na cajucultura irrigada (AGRIANUAL, 2018). É uma atividade que se destaca pela área de produção com aproximadamente 441.892 ha, destacando como os principais estados produtores o Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí com produções médias de 63.258, 32.072 e 20.992 toneladas, respectivamente (IBGE, 2025).

Contudo, nesta região é comum a ocorrência de fontes hídricas com elevados teores de sais dissolvidos. O excesso de sais potencializa danos que podem afetar todo aparato de metabolismo das plantas além de produzir em excesso espécies reativas de oxigênio (EROS) como o peróxido de hidrogênio, radicais superóxido e radicais hidroxila que afetam negativamente a estrutura de enzimas, ácidos nucleicos e lipídios, limita a trocas gasosas, danifica a integridade celular e a estrutura da clorofila (Li et al., 2022).

Assim, é necessário a busca por estratégias que viabilizem o uso da irrigação com águas com elevados teores de sais na irrigação das culturas, especialmente as sensíveis ao estresse salino. Neste caso, a seleção de clones de cajueiro anão se torna uma alternativa. Deste modo, objetivou-se com este estudo, avaliar os efeitos da irrigação com águas salinas nas variáveis de trocas gasosas de clones de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) durante a fase de formação de porta-enxertos na identificação de genótipos mais tolerantes ao estresse salino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de novembro de 2024 a fevereiro de 2025 em ambiente protegido pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em Campina Grande, Paraíba - PB, nas coordenadas geográficas 7°15'18'' de latitude Sul, 35°52'28'' de longitude Oeste e altitude média de 550 m. Os dados de temperatura (máxima e mínima) e umidade relativa média do ar do local do experimento estão dispostos na Figura 1.

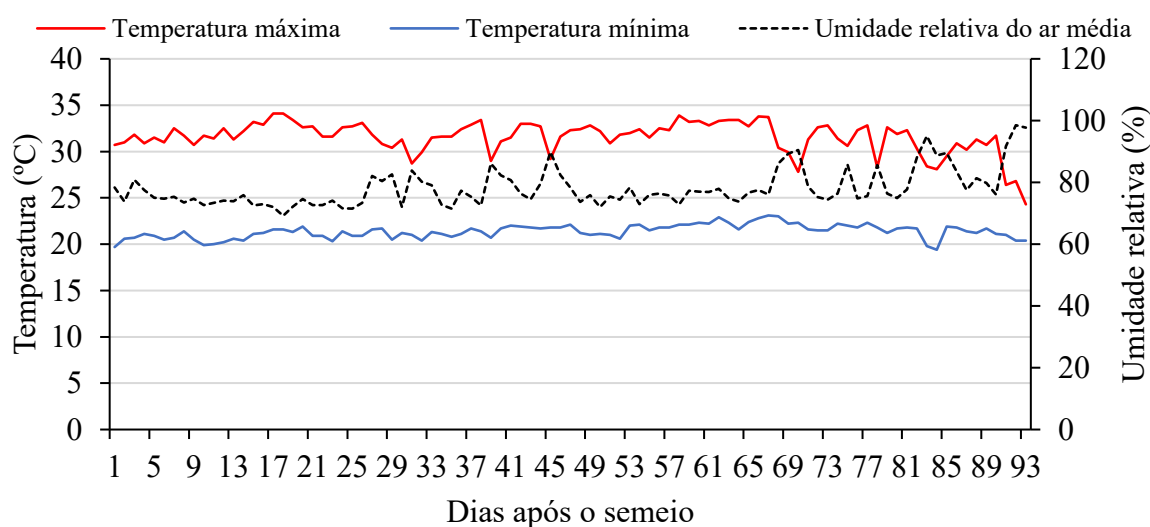


Figura 1. Temperatura máxima, mínima e umidade relativa média do ar observada na área interna da casa de vegetação durante a condução do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, 7×4 com sete níveis de condutividades elétricas da água de irrigação – CEa (0,4; 0,9; 1,4; 1,9; 2,4; 2,9; 3,4 dS m^{-1}) e quatro clones de cajueiro anão precoce (FAGA 1, FAGA 11, EMBRAPA 51, BRS 226) com três repetições e duas plantas por parcela totalizando 168 unidades experimentais. Os níveis de CEa foram estabelecidos e adaptados a partir de pesquisa desenvolvida por Lima et al. (2020).

As sementes dos clones de cajueiro anão precoce foram adquiridas em áreas de produção no Rio Grande do Norte. Foram utilizadas sacolas de polietileno com dimensões 10×20 cm e capacidade volumétrica de 0,5 L, perfuradas na base para permitir a drenagem. Foi utilizado solo na proporção 80:20 (300 cm^3) de solo franco-arenosa e areia lavada, respectivamente.

O semeio ocorreu na profundidade de 3,0 cm. A adubação de cobertura com NPK foi realizada de acordo com a recomendação de Novais et al. (1991) dos 30 aos 75 dias após a semeadura (DAS). Os micronutrientes foram aplicados quinzenalmente utilizando-se $1,0 \text{ g L}^{-1}$ de Dripsol micro[®].

Os níveis de condutividades elétricas da água foram preparados na proporção 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, em água de abastecimento local (Medeiros, 1992), sendo a quantidade de sais adicionados determinado de acordo com Richards (1954).

As trocas gasosas foliares foram mensuradas aos 70 dias após a semeadura pela taxa de assimilação de CO₂ - *A* (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹); transpiração - *E* (mol H₂O m⁻² s⁻¹); condutância estomática - *gs* (mol H₂O m⁻² s⁻¹) e concentração interna de CO₂ - *Ci* (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹), foram avaliadas utilizando-se um analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo “LCPro⁺” da ADC BioScientific LTDA., sob condições naturais de temperatura do ar, irradiação de 1200 μmol fótons m⁻² s⁻¹ e fluxo de ar de 200 mL min⁻¹, avaliadas na terceira folha, contada a partir do ápice caulinar.

Os dados coletados neste estudo foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro Wilk), e em seguida foi realizada a análise de variância pelo teste F ao nível de 0,01 de probabilidade. Nos casos em que houve significância ($p \leq 0,05$) foi realizada análise de regressão polinomial para os níveis de condutividade elétrica da água e teste de Tukey para os clones de cajueiro anão precoce, utilizando o software estatístico SISVAR-ESAL (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de CEa influenciaram de forma significativa ($p \leq 0,01$) a condutância estomática (*gs*), a concentração interna de carbono (*Ci*), a transpiração (*E*) e a taxa de assimilação de CO₂ (*A*), aos 70 DAS. A interação entre os fatores não influenciou de forma significativa nenhuma das variáveis mensuradas.

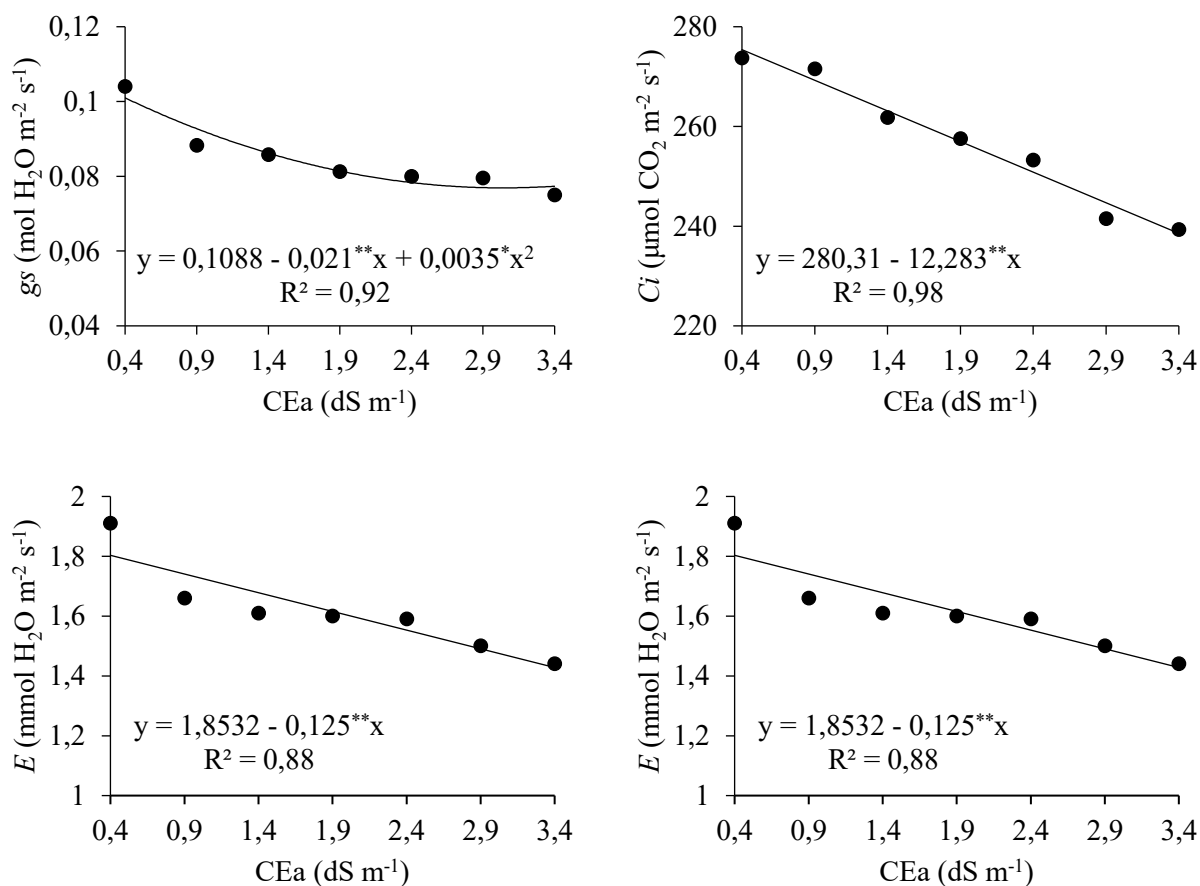
Tabela 1. Os níveis de CEa influenciaram de forma significativa ($p \leq 0,01$) a condutância estomática (*gs*), a concentração interna de carbono (*Ci*), a transpiração (*E*) e a taxa de assimilação de CO₂ (*A*), aos 70 DAS.

Fontes de variação	Quadrados médios				
	GL	<i>gs</i>	<i>Ci</i>	<i>E</i>	<i>A</i>
Níveis salinos (NS)	6	0,001095**	2171,884**	0,258**	6,161**
Regressão linear	1	0,00526**	12703,44**	1,245**	32,693**
Regressão quadrática	1	0,000768*	14,766 ^{ns}	0,0832**	3,171*
Clones (C)	3	0,005550 ^{ns}	14615,630 ^{ns}	1,154 ^{ns}	6,717 ^{ns}
Interação (NS x C)	18	0,001431 ^{ns}	1600,297 ^{ns}	0,310 ^{ns}	7,661 ^{ns}
Blocos	2	0,000051 ^{ns}	4885,857 ^{ns}	0,0208 ^{ns}	0,284 ^{ns}
Resíduos	54	0,000154	408,585	0,0208	0,459
CV (%)		14,62	7,87	11,82	11,89

ns, *, ** respectivamente não significativo, significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$. CV: Coeficiente de variação, GL: Grau de liberdade.

A salinidade da água de irrigação resultou em diminuição na condutância estomática do cajueiro anão precoce (Figura 2A), sendo o valor máximo estimado de 0,104 mol H₂O m⁻² s⁻¹

obtido nas plantas cultivadas sob CEa de 0,4 dS m⁻¹. A partir deste nível de CEa houve diminuição acentuada na *g_s*, obtendo-se o valor mínimo de 0,075 mol H₂O m⁻² s⁻¹ sob CEa de 3,6 dS m⁻¹. Para a concentração interna de CO₂ (Figura 2B), verifica-se redução de 4,38% por incremento unitário de CEa. Em termos relativos, observa-se redução de 12,57% na *C_i* (34,42 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) das plantas cultivadas sob CEa de 3,4 dS m⁻¹ em relação as que receberam 0,4 dS m⁻¹. O efeito osmótico reduz a absorção de água pela planta o que afeta as trocas gasosas devido ao fechamento mais rápido dos estômatos o que leva a redução de captação de carbono atmosférico acarretando distúrbios no processo de fotossíntese das plantas, além disso, o estresse osmótico pode causar alterações na atividade proteica da membrana plasmática da célula-guarda fazendo com que ocorra desbalanço na passagem de substancias essenciais (Sakoda et al., 2021; Zhang et al., 2022).



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 2. Condutância estomática – *g_s* (A), concentração interna de CO₂ – *C_i* (B), transpiração – *E* (C) e taxa de assimilação de CO₂ – *A* (D) de clones de cajueiro anão precoce irrigados com águas de diferentes condutividades elétricas, aos 70 dias após a semeadura.

A transpiração (*E*) (Figura 2C), também reduziu linearmente com o incremento dos níveis de CEa, sendo os decréscimos de 6,74% por incremento unitário de CEa. Ao comparar as

plantas irrigadas com CEa de $3,4 \text{ dS m}^{-1}$ em relação as cultivadas com água de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$, nota-se diminuição de 24,61% ($0,47 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). A CEa reduziu a taxa de assimilação de CO_2 (Figura 2D), cujo valor máximo estimado de $7,04 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ foi alcançado nas plantas irrigadas com água de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$. Por outro lado, o menor valor foi observado nas plantas irrigadas com CEa de $3,6 \text{ dS m}^{-1}$. Com a diminuição da abertura dos estômatos causada pelo desbalanço na produção do ácido abscísico (ABA), consequência do excesso de sais, a transpiração e a taxa de assimilação de CO_2 são afetadas, pois a reserva de CO_2 é comprometido (Taiz; Zeiger, 2013; Fernandes et al. 2022). Reduções por incremento unitário de CEa de 14,03% na transpiração, 13,22% na taxa de assimilação de CO_2 e 15,84% na condutância estomática também foram observadas por Araújo et al., (2020) avaliando o clone CCP 76 irrigado com água salina com condutividade variando de $0,3$ à $3,1 \text{ dS m}^{-1}$.

CONCLUSÕES

A salinidade da água de irrigação a partir de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ afeta as trocas gasosas dos clones de cajueiro anão precoce. Esse efeito é atribuído aos estresses osmótico e iônico, que provocam alterações fisiológicas como o fechamento estomático, da taxa fotossintética e da transpiração, comprometendo, assim, o desempenho fisiológico das plantas. independente do clone avaliado, aos 70 dias após a semeadura.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de auxílio financeiro para condução da pesquisa, a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola – UAEA/UFCG, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande – PPGEA/UFCG pelo local do desenvolvimento da pesquisa e pela concessão de bolsa de pesquisa ao nível de mestrado e doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2018: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2018. p. 322.
- Araújo, E. B. G.; Nobre, R. G.; Souza, L. de P.; Fátima, R. T. de; Araújo, S. C. A.; Oliveira, S. G. de. Fisiologia e fitomassa de porta-enxerto de cajueiro sob águas salinizadas e adubação orgânica. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.13, n.3, p.1001-1017, 2020.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de castanha-de-caju (cultivo) no Brasil**. Senso Agro 2023. Acessado em: 18/04/2025
- Fernandes, C. dos S.; Ferreira Neto, M.; Dias, N. da S.; Reges, L. B. L.; Silva, L. de A.; Moreira, E. C. L.; Silva, A. Á. da; Paiva, P. de P.; Fernandes, P. D.; Sá, F. V. da S. The Appropriate Source of Nitrogen for Italian Zucchini Under Salt Stress Conditions. **J Soil Sci Plant Nutr**, v.22, n.1, p.560–570, 2022.
- Ferreira, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.4, p.529-535, 2019.
- Lima, G. S. de; Silva, J. B. dos; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Souza, L. P. Physiological indices and phytomass partition in precocious dwarf cashew clones irrigated with saline waters. **Comunicata Scientiae**, v. 11, n.1, e3196, 2020.
- Li, Z.; Zhu, L.; Zhao, F.; Li, J.; Zhang, X.; Kong, X.; Wu, H.; Zhang, Z. Plant salinity stress response and nano-enabled plant salt tolerance. **Frontiers in Plant Science**, v.13, n.1, e843994, 2022.
- Medeiros, J. F. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE**. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. 1992, 173p.
- Novais R. F.; Neves J. C. L.; Barros N. F. **Ensaio Em Ambiente Controlado**. In: Oliveira A. J. et al (Ed.) Métodos de pesquisa em fertilidade do solo Brasília: Embrapa-SEA, 1991. p.189-253.
- Richards, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U.S, Department of Agriculture. 1954. 160 p. USDA Handbook 60.

Sakoda, K., Yamori, W., Groszmann, M., & Evans, J. R. Stomatal, mesophyll conductance, and biochemical limitations to photosynthesis during induction. **Plant Physiology**, v.185, n.1, p.146-160, 2021.

Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918

Zhang, Y.; Kaiser, E.; Li, T.; Marcelis, L. F. M.; Lawson, T. NaCl affects photosynthetic and stomatal dynamics by osmotic effects and reduces photosynthetic capacity by ionic effects in tomato. **Journal of Experimental Botany**, v.73, n.1 p.3637–3650, 2022.