

## TROCAS GASOSAS DE CLONES DE CAJUEIRO CULTIVADOS SOB NÍVEIS DE REPOSIÇÃO HÍDRICA

Larissa Fernanda Souza Santos<sup>1</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>2</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>3</sup>, Vera Lucia Antunes de Lima<sup>4</sup>, Josélio dos Santos da Silva<sup>5</sup>, Patrick Lima do Nascimento<sup>6</sup>

**RESUMO:** As condições climáticas do semiárido brasileiro condiciona a região a escassez hídrica na maior parte dos meses do ano. Assim, a busca por estratégias para o cultivo de fruteiras é necessária para sustentabilidade da produção agrícola. Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar as trocas gasosas de clones de cajueiro anão precoce sob irrigação com distintos níveis de reposição hídrica durante a fase de formação de mudas. A pesquisa foi conduzida em ambiente protegido na fazenda experimental Rolando Henrique Rivas Castellón, pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em São Domingos - PB. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, sendo cinco lâminas de irrigação (40, 60, 80, 100 e 120% da evapotranspiração da cultura) as parcelas e três clones de cajueiro anão precoce (Faga 11, Embrapa 51 e BRS 226) as subparcelas, com três repetições e três plantas por parcela, totalizando 135 unidades experimentais. A irrigação com lâmina com até 94% da evapotranspiração da cultura eleva as trocas gasosas nos clones de cajueiro anão precoce, aos 71 dias após o semeio. Não houve diferenças significativas entre os clones de cajueiro anão precoce avaliados nesse estudo, independente da lâmina de irrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Anacardium occidentale* L., estresse hídrico, semiárido.

<sup>1</sup> Doutoranda, Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Rua Aprígio Veloso, 882, Campina Grande, PB, Brasil. Fone (83) 9 9926-3834. e-mail: englarissafss@gmail.com.

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. e-mail: geovani.soares@professor.ufcg.edu.br.

<sup>3</sup> Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. e-mail: lauriane.soares@ufcg.edu.br

<sup>4</sup> Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande PB. e-mail: vera.antunes.ufcg@gmail.com.

<sup>5</sup> Graduando, Agronomia, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. e-mail: joseliosantos120397@gmail.com.

<sup>6</sup> Mestre, Pós-graduação em Horticultura Tropical, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. e-mail: lima50536@gmail.com.

## GASEOUS EXCHANGES OF CASHEW TREE CLONES CULTIVATED UNDER LEVELS OF WATER REPLACEMENT

**ABSTRACT:** The climatic conditions of the Brazilian semi-arid region subject the area to water scarcity for most of the months of the year. Thus, the search for strategies for the cultivation of fruit trees is necessary for the sustainability of agricultural production. In this context, this study aimed to evaluate the gas exchanges of early dwarf cashew clones under irrigation with different levels of water replacement during the seedling formation phase. The research was conducted in a protected environment at the Rolando Henrique Rivas Castellón experimental farm, belonging to the Center for Agro-Food Science and Technology of the Federal University of Campina Grande (UFCG), in São Domingos - PB. A randomized block design was used in a split-plot scheme, with five irrigation levels (40, 60, 80, 100, and 120% of the crop evapotranspiration) as the main plots and three early dwarf cashew clones (Faga 11, Embrapa 51, and BRS 226) as the subplots, with three repetitions and three plants per plot, totaling 135 experimental units. Irrigation with a depth of up to 94% of the crop's evapotranspiration increases gas exchanges in early dwarf cashew clones, 71 days after sowing. There were no significant differences between the early dwarf cashew clones evaluated in this study, regardless of the irrigation depth.

**KEYWORDS:** *Anacardium occidentale* L., water stress, semi-arid.

### INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma frutífera de extrema importância para o agronegócio brasileiro. O caju é um fruto com uma diversidade de usos na agroindústria, devido as suas propriedades antioxidantes, sua composição rica em fibras e sua castanha que apresenta valor agregado na comercialização da amêndoa (Silva et al., 2021; Oliveira & Rodrigues, 2020). No entanto, em áreas com escassez hídrica, a produção de cajueiro é limitada (Caetano et al., 2020; Silva Filho et al., 2023).

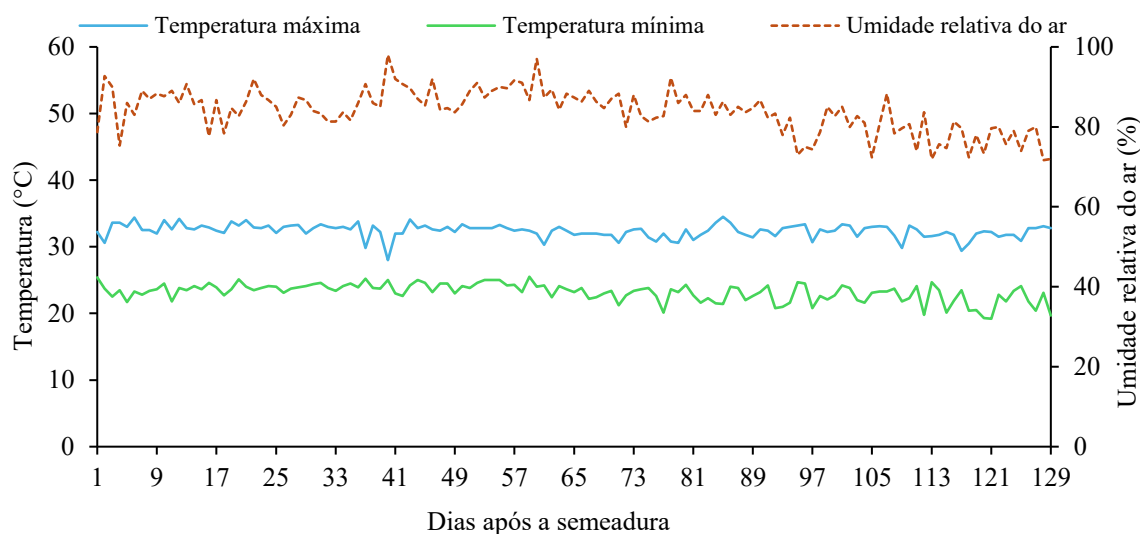
O estresse hídrico ocasiona redução do potencial hídrico foliar e desidratação das células, ambos devido ao acúmulo de ácido abscísico produzido em plantas em condições estressantes, resultando em fechamento estomático, que por sua vez influencia em processos fisiológicos importantes para as plantas como fotossíntese e trocas gasosas (Gonçalves, 2021).

As trocas gasosas têm função de grande relevância na fisiologia das plantas em condições de estresse hídrico, isso devido à capacidade de aclimação para garantir sua sobrevivência, logo, parte dos mecanismos ativados em plantas submetidas ao estresse hídrico são manter o seu nível básico de trocas gasosas (Santos et al., 2020). Sendo assim, a compreensão de como as trocas gasosas afetam plantas estressadas são importantes para a decisão do manejo adequado (Lima et al., 2010).

Nesse contexto, é de extrema importância a identificação de clones tolerantes à restrição hídrica e uma estratégia para ampliar as áreas de produção sob limitações nas condições hídricas. Ante o exposto, objetivou-se com este estudo avaliar as trocas gasosas de clones de cajueiro anão precoce submetidos a diferentes lâminas de irrigação na fase de formação de mudas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido na fazenda experimental Rolando Henrique Rivas Castellón pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande em São Domingos - PB. O clima da região é caracterizado como AS, com estação seca (Alvares et al., 2013). Os dados coletados de temperatura (máxima e mínima) e umidade relativa do ar do interior do ambiente protegido estão dispostos na Figura 1.



**Figura 1.** Dados de temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar durante o período de condução do experimento.

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, sendo cinco lâminas de irrigação (40, 60, 80, 100 e 120% da evapotranspiração da cultura - ET<sub>c</sub>) consideradas as parcelas e três clones de cajueiro anão precoce (C1-Faga 11, C2-Embrapa 51 e C3-BRS 226) as subparcelas com três repetições e três plantas por parcela, totalizando 135 unidades experimentais. Os clones foram definidos a partir do estudo de Pereira et al. (2025) com o cajueiro anão precoce. As lâminas de irrigação foram baseadas em pesquisa desenvolvida por Roque et al. (2025) com a goiabeira. As lâminas estimadas de irrigação foram baseadas com base na evapotranspiração da cultura - ET<sub>c</sub>, de acordo com Bernardo et al. (2019), obtida pela equação:

$$ET_c = E_{To} \times K_c \quad (1)$$

Em que:

ET<sub>c</sub> - evapotranspiração da cultura, mm dia<sup>-1</sup>;

E<sub>To</sub> - evapotranspiração de referência de Penman-Monteith, mm d<sup>-1</sup>; e

K<sub>c</sub> - coeficiente de cultivo, adimensional.

Para o experimento, sacolas de polietileno com capacidade volumétrica de 1,4 dm<sup>3</sup> foram preenchidas com solo proveniente da Fazenda experimental “Rolando Henrique Rivas Castellón”. O teor de umidade do solo foi elevado ao nível de capacidade de campo, e seu peso aferido para posterior cálculo da irrigação. Em seguida, o semeio foi realizado, com uma semente disposta em cada sacola. Aos 37 dias após o semeio, período considerado necessário para a emergência das plântulas, deu-se início à diferenciação dos tratamentos. Durante toda a condução do experimento, o manejo de manutenção foi feito por meio de escarificação manual, capina e controle de espécies espontâneas, aplicados conforme a necessidade.

A adubação com nitrogênio, fósforo e potássio foi realizada de acordo com Novais et al. (1991), utilizando-se via fertirrigação 100 mg de N, 300 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 150 mg K<sub>2</sub>O kg de solo. Antes do semeio o teor de umidade do solo foi elevado ao nível correspondente à capacidade de campo. Posteriormente, a irrigação foi realizada de acordo com o balanço de água na zona radicular.

Aos 71 dias após o semeio foram avaliadas as trocas gasosas pela condutância estomática (*g<sub>s</sub>*, mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), transpiração (*E*, mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*, μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*, μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). As análises foram realizadas utilizando um medidor de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infravermelho-IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro-SD, da ADC Bioscientific, UK). As leituras foram realizadas na terceira folha totalmente expandida contada a partir da gema

apical, conduzidas sob condições naturais de temperatura do ar, concentração de CO<sub>2</sub> e utilizando uma fonte artificial de radiação de 1200  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Os dados foram avaliados quanto a normalidade (teste Shapiro-Wilk) e homoscedasticidade (teste de Bartlett), em seguida, foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Nos casos de significância, foi realizado o teste de regressão polinomial ( $p \leq 0,05$ ) para as lâminas de irrigação e teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para os clones de cajueiro anão precoce, utilizando-se do software estatístico SISVAR - ESAL (Ferreira, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo das lâminas de irrigação sobre todas as variáveis de trocas gasosas analisadas, aos 71 DAS (Figura 1).

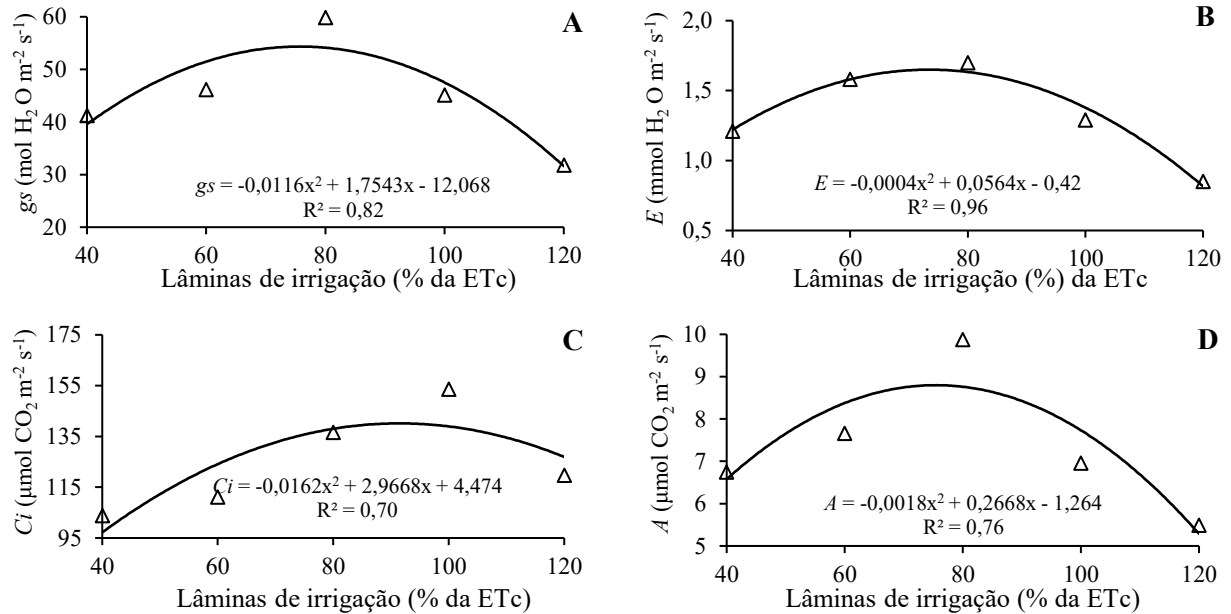
**Tabela 1.** Resumo da análise de variância referentes à condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*), concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) de clones de cajueiro cultivados sob diferentes lâminas de irrigação aos 71 DAS.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		<i>gs</i>	<i>E</i>	<i>Ci</i>	<i>A</i>
Lâminas de irrigação (L)	4	922,93*	1,002**	3649,93**	23,55*
Regressão Linear	1	356,01*	0,900*	4965,46**	4,42*
Regressão Quadrática	1	28,46**	2,974**	53,04,01**	30,08**
Resíduo	8	95,09	0,062	728,01	2,09
Clones(C)	2	209,51 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	1872,81**	0,60 <sup>ns</sup>
Lâminas × Clones (L × C)	8	168,23 <sup>ns</sup>	0,169*	14,17,37**	3,62 <sup>ns</sup>
Resíduo	20	86,72	0,060	2428,38	42,50
CV (L%)	-	21,73	18,83	7,63	19,70
CV (C%)	-	20,76	18,53	8,81	19,83

GL – Grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; \*\*significativo em 0,01 de probabilidade; \*significativo em 0,05 de probabilidade e ns não significativo.

A condutância estomática (Figura 2A) e transpiração (Figura 2B), a concentração interna de CO<sub>2</sub> (Figura 2C) e a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (Figura 2D) alcançaram os valores máximos de 54,22, 1,56, 140,3 e 8,62, respectivamente sob irrigação com lâminas de 74, 70, 92 e 74% da ETc, respectivamente. Já os valores mínimos de 31,40, 0,58, 97,22 e 4,83 foram observados sob lâminas de 120, 120, 40 e 120% respectivamente. Sob estresse oxidativo a enzima clorofilase promove inibição e degradação dos pigmentos fotossintéticos e redução dos

cloroplastos (Arruda et al., 2023; Mendonça et al., 2023). Também como resposta rápida as condições estressantes, as plantas promovem o fechamento, simultaneamente a absorção de CO<sub>2</sub> e transpiração também são influenciadas negativamente, com isso além de redução na condutância estomática (*g<sub>s</sub>*), a transpiração, concentração interna e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> são afetadas pelas condições adversas (Taiz et al., 2017).



**Figura 2.** Condutância estomática - *g<sub>s</sub>* (A), transpiração - *E* (B), concentração interna de CO<sub>2</sub> - *C<sub>i</sub>* (C) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> - *A* de clones de cajueiro anão precoce, em função de diferentes lâminas de irrigação, aos 71 dias após a semeadura (DAS).

## CONCLUSÕES

A irrigação com lâmina com até 94% da evapotranspiração da cultura eleva as trocas gasosas nos clones de cajueiro anão precoce, aos 71 dias após o semeio. Não houve diferenças significativas entre os clones de cajueiro anão precoce avaliados nesse estudo, independente da lâmina de irrigação.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao INCT em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical-INCTAGriS (CNPq/Funcap/Capes), processos 406570/2022-1 (CNPq) e Processo INCT-35960-62747.65.95/51 (Funcap).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Goçaves, J. L. M. Modeling monthly mean air temperature for Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v.113, p.407-427, 2013.

Arruda, T. F de L.; Lima, G. S de.; Silva, A. A. R da.; Azevedo, C. A. V de.; Souza, A. R de.; Soares, L. A dos A.; Gheyi, H. R.; Lima, V. L. A de.; Fernandes. P. D.; Silva. F de A da.; Dias, M. dos S.; Chaves, L. H. G.; Saboya, L. M. F. Salicylic Acid as a Salt Stress Mitigator on Chlorophyll Fluorescence, Photosynthetic Pigments, and Growth of Precocious-Dwarf Cashew in the Post-Grafting Phase. **Plants**, v.12, e 2783, 2023.

Caetano, T. O.; Paiva, A. L. R de.; Silva, S. R. da.; Coutinho, A. P.; Cirilo, J. A.; C, J. J da S. P. Abastecimento rural de água: uso e demanda em comunidades do Semiárido e a disponibilidade hídrica das aluviões. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v.17, p.1-16, 2020.

Ferreira, D. F.; SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, p.529-535, 2019.

Gomes, V. H. F.; Simões, W. L.; Silva, J. S da.; Garrido, M da S.; Silva, J. A. B da.; Lopes, P. R. C.; Silva, W. O da.; Santos, L. R dos. Production, gas and biochemical exchanges in pear cultivated in semi-arid region under different irrigation managements. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.27, p.335-342, 2023.

Gonçalves, T. M. A proposta de uma aula experimental em Biologia (Fisiologia Vegetal): Vivenciando o estresse abiótico em plantas de Milho (*Zea mays* L.). **Research, Society and Development**, v.10, e11210615511, 2021.

Lacerda, C. N de.; Lima, G. D de.; Soares, L. A. dos A.; Arruda, T. F de.; Silva, A. R da.; Gheyi, H. R.; Dantas, M. V.; Ferreira, J. T. A. Foliar application of ascorbic acid in guava cultivation under water replacement levels. **Caatinga**, v.38, p.1-9, 2025.

Lima, M. A.; Bezerra, M. A.; Gomes Filho, E.; Pinto, C. M.; Gomes, J. E. Trocas gasosas em folhas de sol e sombreadas de cajueiro anão em diferentes regimes hídricos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 654-663, 2010.

Mendonça, A. J. T.; Lima, G. D de.; Soares, L. A dos S.; Oliveria, V. K. N.; Gheyi, H. R.; Silva. L de A.; Almeida, F. A de.; Fernandes. P. D. Gas exchange, photosynthetic pigments, and

growth of hydroponic okra under salt stress and salicylic acid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.27, p.673-681, 2023.

Novais, R. F.; Neves J. C. L.; Barros N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A. J. (ed) **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa SEA. p.189-253. 1991.

Oliveira, D. F. M.; Rodrigues, T. M. R. Análise prospectiva do caju: mapeamento tecnológico por meio de pedidos de patentes. **Caderno de Prospecção**, v.13, p.852-861, 2020.

Pereira, A. L.; Costa T. A. R da.; Sousa, V. F de O.; Medeiros, N. C. L de.; Souza, N. P de.; Nobre, R. G.; Lima, G. S. de.; Soares, L. A. dos A. Morphophysiology of early dwarf cashew under salt stress and nitrogen and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v.38, e12727, 2025.

Roque, I. A.; Soares, L. A. dos A.; Lima, V. L. A de.; Sousa, V. F de O.; LIMA, G. D de.; Gheyi, H. R.; Dantas, M. V.; Ferreira, J. T. A; Torres, R. A. F.; Silva, S. T de A. Foliar application of salicylic acid mitigates water deficit in guava. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.29, e288437, 2025.

Santos, R. M.; Natale, W.; Taniguchi, C. A. K; Corrêa, M. C. de M.; Serrano, L. A. L. Artur, A. G. Association of controlled-release and foliar fertilizers in the production of grafted dwarf cashew seedlings. **Journal of Plant Nutrition**, v. 43, p. 1048–1056, 2020.

Silva Filho, A. M.; Costa, D. S.; Costa, T. S.; Souza, A.R. de.; Nunes, K G. Respostas ecofisiológicas e moleculares de plantas submetidas ao estresse hídrico. In: **Engenharia Agrícola: tecnologias da irrigação, drenagem e armazenagem**. Queimadas: Epatagri Editora, 2023. Cap. 3, p. 34 – 53.

Silva, J. A.; Tavares, C. D. A; Morais, S. M. de; Oliveira, M. S. C. Caracterização química e fitoquímica, toxicidade e atividade antioxidante In Vitro, de Clones de Pedúnculos de Caju (*Anacardium Occidentale* L.). **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v.7, p.79458-79470, 2021.