

## ECOFISIOLOGIA DA FIGUEIRA 'ROXO DE VALINHOS' NO SEMIÁRIDO: INFLUÊNCIA DE AMBIENTE E ADUBAÇÃO

NATANAEL SANTIAGO PEREIRA<sup>1</sup>, LUÍS CLÊNIO JÁRIO MOREIRA<sup>2</sup>, MARLOS ALVES BEZERRA<sup>3</sup>, CLAUDIVAN FEITOSA DE LACERDA<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal do Ceará (IFCE) campus Limoeiro do Norte, rua Estevão Remígio de Freitas, 1145, Monsenhor Otávio, CEP: 62934-006, Limoeiro do Norte, CE, Brasil, ORCID: 0000-0001-7133-4639, Email: natanaelsan@gmail.com.

<sup>2</sup> Instituto Federal do Ceará (IFCE) campus Limoeiro do Norte, rua Estevão Remígio de Freitas, 1145, Monsenhor Otávio, CEP: 62934-006, Limoeiro do Norte, CE, Brasil, ORCID: 0000-0001-9918-9744, Email: cleniojario@ifce.edu.br.

<sup>3</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita, 2.270, Planalto do Pici, CEP 60511-110, Fortaleza, CE, Brasil, ORCID: 0000-0002-8622-0770, Email: marlos.bezerra@embrapa.br.

<sup>4</sup> Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do PICI, CEP 60440-554, Fortaleza, CE, Brasil, ORCID: 0000-0002-5324-8195, Email: cfeitos@ufc.br.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do ambiente de cultivo e de doses de adubação nas características ecofisiológicas da figueira 'Roxo de Valinhos', cultivada na Chapada do Apodi, no semiárido cearense. O experimento utilizou o delineamento em blocos ao acaso, em esquema de faixas com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Foram testados dois ambientes (A1 – 50% de sombreamento e A2 – pleno sol) e três doses de adubação por cobertura (D1 - 50%, D2 - 100% e D3 - 150%), por meio de fertirrigação. As trocas gasosas foram avaliadas nos períodos da manhã e da tarde. A avaliação matinal foi mais sensível para capturar o efeito da interação ambiente e as doses de adubação. Em ambos os ambientes, a aplicação da maior dose de adubação (D3-150%) levou a menores concentrações internas de CO<sub>2</sub> (Ci) e a uma significativa melhoria na eficiência intrínseca do uso da água (A/gs) quando comparada à dose 1 (50%). Menor valor médio da taxa de transpiração (E) foi observado para a maior dose de adubação (D3 – 150%) na avaliação vespertina, a qual foi associada a uma menor condutância estomática (gs) nessa dose, independentemente do ambiente.

**Palavras-chaves:** *Ficus carica*, cultivo protegido, fertirrigação

## ECOPHYSIOLOGY OF 'ROXO DE VALINHOS' FIG TREE IN THE SEMI-ARID REGION: INFLUENCE OF ENVIRONMENT AND FERTILIZATION

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the influence of the cultivation environment and fertilization rates on the ecophysiological characteristics of the 'Roxo de Valinhos' fig tree, which is grown in the Chapada do Apodi region, in semiarid Ceará. The experiment used a randomized block design in a strip-plot scheme with subdivided plots and four replications. Two environments were tested (A1 – 50% shading and A2 – full sun), and three top-dressing fertilization rates (D1 - 50%, D2 - 100%, and D3 - 150%) were applied via fertigation. Gas exchange was evaluated during the morning and afternoon periods. The morning assessment was more sensitive in capturing the effect of the interaction between the environment and the fertilization rate. In both environments, the application of the highest fertilization rate (D3-150%) led to lower internal CO<sub>2</sub> concentrations (Ci) and a significant improvement in the intrinsic water use efficiency (A/gs) compared with dose 1 (50%). A lower mean value for the transpiration rate (E) was observed for the highest fertilization rate (D3 – 150%) in the afternoon evaluation, which was associated with lower stomatal conductance (gs) at this dose, regardless of the environment.

**Keywords:** *Ficus carica*, protected cultivation, fertigation

## 1 INTRODUÇÃO

A figueira (*Ficus carica*) é uma das espécies frutíferas cultivadas mais antigas, sendo oriunda do Oriente Médio e do Mediterrâneo. No Brasil, a cultura é cultivada principalmente no Sul e Sudeste, sendo que a cultivar mais utilizada é a “Roxo de Valinhos”, que se caracteriza por sua rusticidade, produtividade e boa adaptação a podas drásticas (Caetano *et al.*, 2012). Todavia, existem vários fatores bióticos e abióticos que influenciam a sua produção (Silva *et al.*, 2010), cujo entendimento depende de mais estudos específicos com a cultura.

Há estudos que revelam que a cultura da figueira possui um comportamento adaptativo em resposta a estresses abióticos (Ammar *et al.*, 2020). Nesse sentido, a aferição das trocas gasosas pode ajudar a entender esses mecanismos e com isso pode-se verificar a eficiência do processo fotossintético sob diferentes condições de manejo. O acúmulo de carbono interno nas câmaras subestomáticas, por exemplo, pode ser o resultado da baixa eficiência fotossintética pelas plantas. Essa situação pode ser induzida por diversos fatores, como a má nutrição mineral das plantas, salinidade e o ambiente de cultivo, que podem induzir alterações fisiológicas determinantes ao desenvolvimento das culturas (Chavarria *et al.*, 2008; Freire *et al.*, 2014).

Apesar da importância do entendimento do comportamento ecofisiológico da cultura da figueira em resposta às práticas hortícolas, há ainda poucos estudos com esse enfoque nas diferentes condições de solo e clima em que a cultura é cultivada (Ammar *et al.*, 2020).

Dessa forma, a determinação das características ecofisiológicas da figueira cv. Roxo de Valinhos em função do ambiente e de doses de adubação pode ajudar a entender os mecanismos de ajuste no processo fotossintético, bem como os efeitos no uso eficiente da água pela cultura nas condições edafoclimáticas da região da Chapada do Apodi, CE.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

O experimento foi conduzido em uma área comercial no perímetro irrigado Jaguaribe-Apodi, na Chapada do Apodi, CE, nas coordenadas 5° 08'38" S e 37° 59' 44" O.

O clima da região é quente e semiárido, sendo classificado como BSw.h. segundo Köppen. Análises prévias do solo da área experimental (0-20cm) foram realizadas conforme Silva (2009), apresentando as seguintes características: pH (H<sub>2</sub>O) = 7,8; matéria orgânica (MO) (g.kg<sup>-1</sup>) = 18,28; P Mehlich-1 (mg.kg<sup>-1</sup>) = 23; K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, H<sup>+</sup>Al, Capacidade de Troca Catiônica (CTC) (mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) = 8,22; 78,3; 20,0; 5,90; 0,0; e 112,42, respectivamente. A condutividade elétrica (C.E.) do extrato de saturação do solo foi de 0,58 dS m<sup>-1</sup>.

A área experimental com a figueira cv. Roxo de Valinhos tinha 12 linhas de 40 m de comprimento, espaçadas de 2,0 m, com 0,75 m entre plantas. O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento, por meio de duas fitas gotejadoras em cada linha e emissores espaçados de 0,30 m, com vazão nominal de 1,6 l h<sup>-1</sup> a uma pressão de 100 kPa.

### 2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi realizado no delineamento experimental de blocos ao acaso, no esquema em faixas com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram utilizados os dois ambientes: 50% de sombreamento (A1); e pleno sol (A2). Enquanto os tratamentos de doses de adubação em cobertura (D1 - 50%, D2 - 100% e D3 - 150%) foram aplicados em faixas (atravessando os níveis do fator ambiente e de forma aleatória em cada bloco), por meio de fertirrigação, sendo a D2 correspondente a 63, 35, 84, 21 e 7 g planta<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca e Mg, respectivamente. As doses utilizadas no presente trabalho já haviam sido aplicadas no

ciclo anterior da cultura, quando ainda não haviam sido instaladas as coberturas de telado.

Foram aplicados ainda, para todos os tratamentos, aproximadamente 0,14 g planta<sup>-1</sup> de B na forma de ácido bórico, além de três aplicações de 2,25 ml de RESTORER® (contendo 6% N; 6% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 6% K<sub>2</sub>O; 0,5% de B; 0,10% de Cu; 0,5% de Fe; 0,10% de Mn;

0,01% de Mo; e 0,10% de Zn, além de agente complexante) por planta. Os fertilizantes foram aplicados na fertirrigação, por meio de um tanque de derivação (“pulmão”), conectado à rede de irrigação. A aplicação dos fertilizantes ao longo do ciclo seguiu a distribuição percentual indicada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Distribuição porcentual de nutrientes na fertirrigação, em cada período, ao longo do ciclo de cultivo da Figueira cv. Roxo de Valinhos, na região da Chapada do Apodi, CE.

Nutriente	Semana		
	0 a 10	10 a 14	15 a 19
N	35%	35%	30%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30%	35%	35%
K <sub>2</sub> O	20%	40%	40%
Ca	20%	35%	45%
Mg	25%	35%	40%
B	20%	35%	45%

Fonte: Autores.

O início do experimento se deu a partir da poda de produção (16/04/2023), realizada a aproximadamente 50 cm do solo, deixando-se duas pernadas, com dois ramos cada, totalizando quatro ramos por planta, conduzidos verticalmente em um sistema de condução em espaldeira.

### 2.3 Características avaliadas

As seguintes características ecofisiológicas da figueira foram avaliadas: assimilação líquida (A), a condutância estomática (gs), a concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), a temperatura (Tl) e a taxa de transpiração (E). Esses dados foram coletados no período da manhã (9h) e à tarde (16 h) do dia 03/08/2023, aos 109 dias após a poda (estágio de desenvolvimento dos frutos), utilizando-se o aparelho medidor de trocas gasosas IRGA (ADC BioScientific LCi Analyser), utilizando a luz natural, com as seguintes médias por turno de avaliação e ambiente, em  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ : Manhã – 183,3 (A1) e 474,0 (A2); Tarde: 74,67

(A1) e 110,0 (A2). Para essas avaliações, foram escolhidas folhas maduras e completamente expandidas no terço médio dos ramos produtivos.

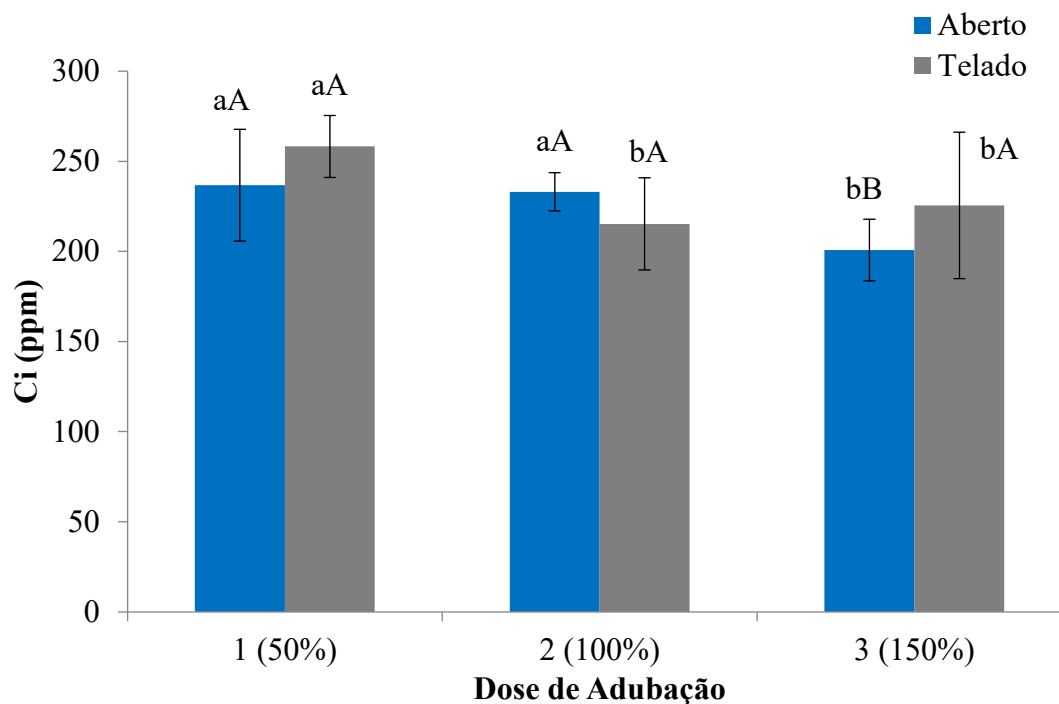
### 2.4 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional Sistema para Análise de Variância - SIVAR, versão 5.3 (Ferreira, 2010). Os dados foram analisados por meio de análise de variância, pelo teste F, a 5% de significância. Quando este foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos significativos da interação Ambiente x Dose foram observados apenas para Ci - concentração interna de CO<sub>2</sub> (Figura 1) e sobre os dados da relação A/g (Figura 2), na avaliação ocorrida no período da manhã.

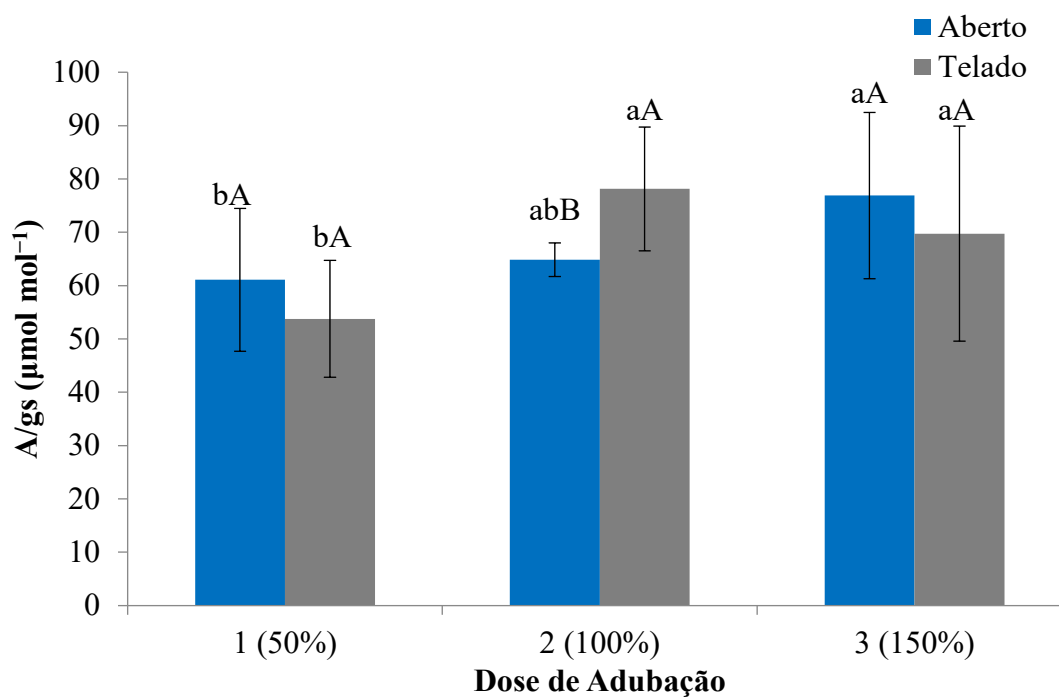
**Figura 1.** Médias de Ci - Concentração interna de CO<sub>2</sub> (ppm) pela manhã na cultura do Figo cv Roxo de Valinhos sob influência de diferentes ambientes e doses de adubação.



\*Letras minúsculas distintas entre doses de adubação dentro de cada ambiente ou maiúsculas distintas entre ambientes dentro de cada dose de adubação diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Autores.

**Figura 2.** Médias das relações A/gs ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) pela manhã na cultura do Figo cv Roxo de Valinhos sob influência de diferentes ambientes e doses de adubação.



\*Letras minúsculas distintas entre doses de adubação dentro de cada ambiente ou maiúsculas distintas entre ambientes dentro de cada dose de adubação diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Autores.

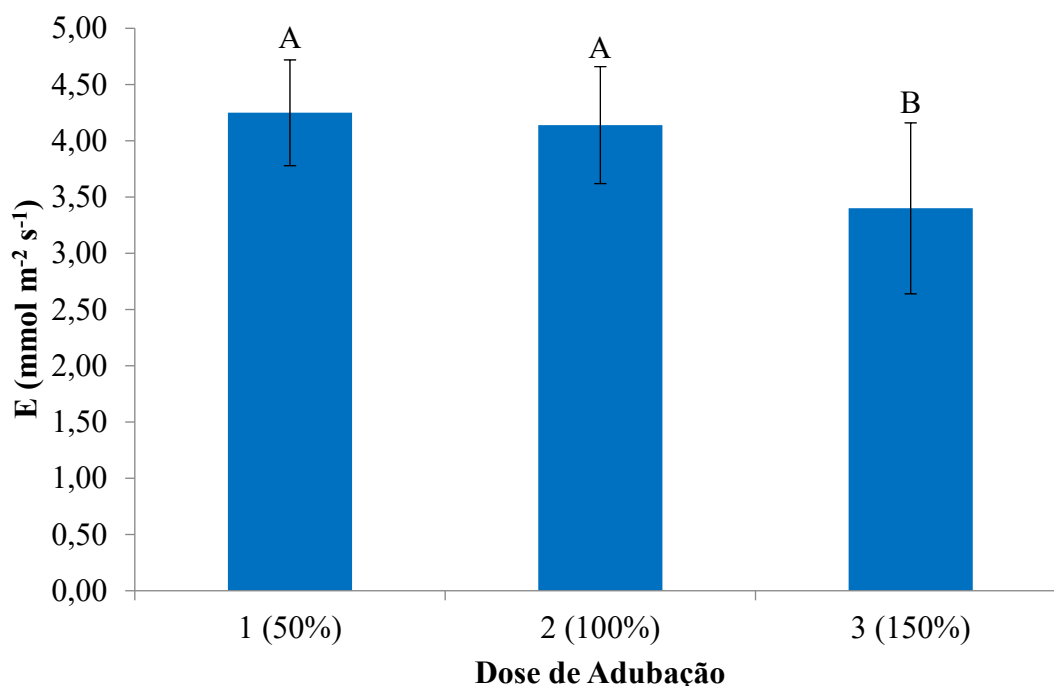
Em ambos os ambientes, observou-se que a maior dose de adubação (D3-150%) influenciou menores valores de  $C_i$  e uma maior eficiência intrínseca do uso da água ( $A/g_s$ ) quando comparada com a dose 1 (50%). É possível que essa maior eficiência esteja relacionada com o aumento da área específica das folhas, visto que uma maior relação área/espessura possibilita uma maior densidade de cloroplastos (Silva *et al.*, 2010).

O maior acúmulo de  $C_i$  no ambiente coberto em relação ao pleno sol dentro da dose 3 (150%) (Tabela 1) pode indicar que a taxa de assimilação de C pela fotossíntese não acompanhou a sua taxa de entrada por meio dos estômatos, embora a diferença de relação  $A/g_s$  nesse tratamento não tenha sido significativa (Tabela 2).

Esse resultado contrasta com o encontrado para a dose 2 (100%), para a qual se verificou maior relação  $A/g_s$  no ambiente coberto em relação ao aberto (Figura 2), mas cujo carbono interno ( $C_i$ ) não se mostrou estatisticamente significativo (Figura 1). Todavia, fica claro que para aumentar a eficiência intrínseca de uso da água ( $A/g_s$ ) deve-se utilizar as maiores doses de adubação.

Não se verificaram efeitos significativos da interação Ambiente x Doses para nenhuma das variáveis estudadas, na avaliação ocorrida pela tarde. No entanto, houve efeito isolado das doses de adubação sobre a taxa de transpiração ( $E$ ) (Figura 3) e a condutância estomática ( $g_s$ ) (Figura 4).

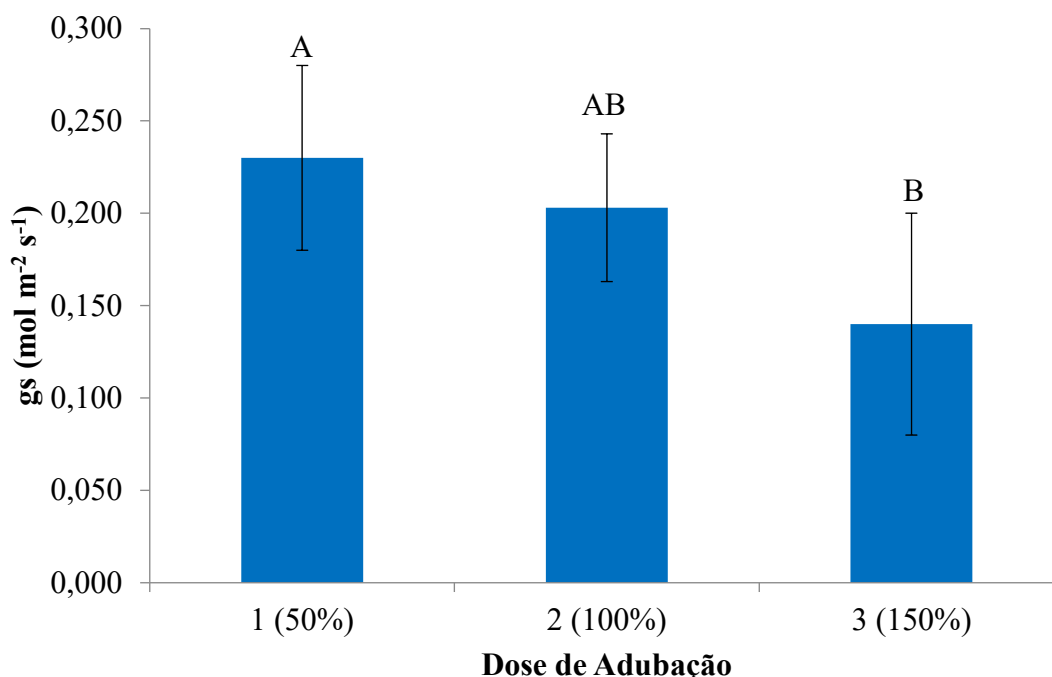
**Figura 3.** Médias de  $E$  – Taxa de transpiração ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) na figueira cv. Roxo de Valinhos, à tarde, sob influência de diferentes doses de adubação.



\*Letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Autores.

**Figura 4.** Médias de E – Taxa de transpiração ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e de  $g_s$  - condutância estomática ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) na figueira cv. Roxo de Valinhos, à tarde, sob influência de diferentes doses de adubação.



\*Letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Autores.

A maior condutância estomática ( $g_s$ ) observada na menor dose (D1-50%) provavelmente contribuiu para a maior taxa de transpiração (E) nesta dose, em relação a maior dose (D3-150%) (Figura 3). Isso pode ser explicado pelo maior volume de sais aplicados nessa dose. Em experimento com maracujazeiro amarelo, Freire *et al.* (2014) verificaram que plantas sob estresse salino tiveram sua condutância estomática reduzida.

Já Dias *et al.* (2019) observaram aumento da taxa de transpiração na aceroleira em resposta ao incremento das doses de potássio (50% a 125% da dose recomendada), atribuindo esse efeito ao papel do potássio na regulação da abertura estomática. Todavia, os autores verificaram redução da taxa de transpiração nas plantas irrigadas com água com maior salinidade devido a redução da condutância estomática.

A regulação de processos fisiológicos, como a taxa de transpiração (E) e a condutância estomática ( $g_s$ ) e a sua influência mútua pode ser também o resultado da resposta da figueira para evitar os efeitos prejudiciais dos estresses

abióticos, como a temperatura (Ammar *et al.*, 2020).

#### 4 CONCLUSÕES

A avaliação no período da manhã mostrou-se mais sensível para capturar o efeito da interação entre o ambiente e as doses de adubação sobre as trocas gasosas.

Em ambos os ambientes, a aplicação da maior dose de adubação (D3-150%) levou a menores valores de  $C_i$  e a uma significativa melhoria na eficiência intrínseca do uso da água ( $A/g_s$ ) quando comparada à dose 1 (50%).

Menor valor médio da taxa de transpiração (E) foi observado para a maior dose de adubação (D3 – 150%) na avaliação vespertina, a qual foi associada a uma menor condutância estomática ( $g_s$ ) nessa dose, independentemente do ambiente.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Governo do Estado do Ceará pelo financiamento da

pesquisa por meio do programa "Cientista Chefe" (FUNCAP/SDE/ADECE), bem como à empresa Dani Frutas pelo apoio estrutural e logístico na condução do estudo.

## 6 REFERÊNCIAS

AMMAR, A.; BEM AISSA, I.; MARS, M.; GOUIAA, M. Seasonal variation of fig tree (*Ficus carica* L.) physiological characteristics reveals its adaptation performance. **South African Journal of Botany**, Cape Town, v. 132, p. 30-37, 2020. DOI: 10.1016/j.sajb.2020.04.020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629919318356?via%3Dihub>. Acesso em: 15 fev. 2023.

CAETANO, L. C. S.; MELO, A. G.; LIMA, I. M.; VENTURA, J. A. **Recomendações técnicas para a cultura da figueira**. Vitória, ES: INCAPER, 2012. 38 p. (Documentos, n. 203). Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/37/1/Recomendacoes-tecnicas-sobre-cultura-figueira.pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. D.; FELIPETO, J.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S.; FIALHO, F. B. Relações hídricas e trocas gasosas em vinhedo sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1022-1029, 2008. DOI: 10.1590/S0100-29452008000400030. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/z8GZT3WDmgyKTWhp34FNVBK/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 12 maio 2025.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S. D.; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. D. A. Gas exchanges, quantum yield and

photosynthetic pigments of West Indian cherry under salt stress and potassium fertilization.

**Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 2, p. 429-439, 2019. DOI: 10.1590/1983-21252019v32n216rc. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/tVtxrZWKvcznYPdy9ySmZvF/?lang=en>. Acesso em: 8 dez. 2025.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: Sistemas de análises de variância para dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos**. versão 4. Lavras: UFLA, 2010.

FREIRE, J. L. D. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. D. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014. DOI: 10.1590/S1806-66902014000100011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/SHmJK8jPy4NsFKwFvLNKFyn/?lang=pt>. Acesso em: 8 dez. 2025.

SILVA, A. C. D.; LEONEL, S.; SOUZA, A. P. D.; DOMINGOS, J. R.; DUCATTI, C. Trocas gasosas e ciclo fotossintético da figueira 'Roxo de Valinhos'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1270-1276, 2010. DOI: 10.1590/S0103-84782010000600005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/tVGgRjKDxt6ZLN337WnNNZH/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 8 dez. 2025.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2009.