

## ECOFISIOLOGIA DA CULTURA DA FIGUEIRA SOB INFLUÊNCIA DE DIFERENTES AMBIENTES DE CULTIVO E DOSES DE 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>, Geovani Soares de Lima<sup>5</sup>

**RESUMO:** O objetivo com este trabalho foi avaliar a influência do ambiente de cultivo e de doses de adubação sobre as características ecofisiológicas da cultura da figueira cv. Roxo de Valinhos, na região da Chapada do Apodi, CE. Para isto, o experimento foi realizado no delineamento experimental de blocos ao acaso, no esquema em faixas com parcelas subdivididas, com quatro repetições, em que se avaliaram 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. Foram avaliadas as trocas gasosas no período da manhã e à tarde. 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 concentrações internas de CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>) e a uma significativa melhoria na eficiência intrínseca do uso da água (A/g<sub>s</sub>) 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<sub>s</sub>) nessa dose, independentemente do ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Ficus carica*, cultivo protegido, fertirrigação

<sup>1</sup> Doutor, Eng. Agrônomo, Instituto Federal do Ceará (IFCE) campus Limoeiro do Norte, rua Estevão Remígio de Freitas, 1145, Monsenhor Otávio, CEP: 62934-006, Limoeiro do Norte, CE Fone: (85) 3401.2290, Email: natanaelsan@gmail.com.

<sup>2</sup> Prof. Doutor, IFCE *campus* Limoeiro do Norte, CE.

<sup>3</sup> Doutor, Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

<sup>4</sup> Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, UFC, Fortaleza, CE.

<sup>5</sup> Prof. Doutor, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG *campus* Pombal, PB.

## ECOPHYSIOLOGY OF FIG TREE CROP UNDER THE INFLUENCE OF DIFFERENT GROWING ENVIRONMENTS AND FERTILIZATION DOSES

**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 (*Ficus carica* L.) in the Chapada do Apodi region, Ceará, Brazil. To achieve this, an experiment was conducted using a randomized block design in a strip-plot scheme with subdivided plots, featuring four replications. Two environments were evaluated: A1 (50% shading) and A2 (full sun), along with three top-dressing fertilization rates (D1 - 50%, D2 - 100%, and D3 - 150%) applied via fertigation. Gas exchange was assessed during both morning and afternoon periods. The morning evaluation proved to be more sensitive in capturing the interactive effect between the environment and fertilization rates on gas exchange. In both environments, applying the highest fertilization rate (D3 - 150%) led to lower internal CO<sub>2</sub> concentrations (C<sub>i</sub>) and a significant improvement in the intrinsic water use efficiency (A/g<sub>s</sub>) when compared to dose 1 (50%). A lower mean transpiration rate (E) was observed for the highest fertilization rate (D3 - 150%) in the afternoon evaluation, which was associated with lower stomatal conductance (g<sub>s</sub>) at this dose, regardless of the environment.

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

### 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.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 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; M.O (g.kg<sup>-1</sup>) = 18,28; P Mehlich<sup>-1</sup> (mg.kg<sup>-1</sup>) = 23; K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, H+Al, CTC (mmolc 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.

### 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<sup>®</sup> (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 porcentual 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.

	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%

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.

### 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.

### 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.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos significativos da interação Ambiente x Dose foram observados apenas para  $C_i$  - concentração interna de  $CO_2$  (Tabela 2) e sobre os dados da relação A/gs (Tabela 3), na avaliação ocorrida no período da manhã.

**Tabela 2.** Médias de  $C_i$  - Concentração interna de  $CO_2$  (ppm) pela manhã na cultura do Figo cv Roxo de Valinhos sob influência de diferentes ambientes e doses de adubação.

Ambiente	Dose		
	1 (50%)	2 (100%)	3 (150%)
Aberto	236,75±31,06aA	233,00±10,61aA	200,75±17,11bB
Telado	258,25±17,21aA	215,25±25,57bA	225,50±40,57bA

Médias seguidas por letras distintas na coluna (maiúsculas) e na linha (minúsculas) diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

**Tabela 3.** 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.

Ambiente	Dose		
	1 (50%)	2 (100%)	3 (150%)
Aberto	61,09±13,41bA	64,84±3,14abB	76,89±15,58aA
Telado	53,77±10,99bA	78,15±11,61aA	69,75±20,18aA

Médias seguidas por letras distintas na coluna (maiúsculas) e na linha (minúsculas) diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

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/gs) 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/gs 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/gs no ambiente coberto em relação ao aberto (Tabela 2), mas cujo carbono interno (Ci) não se mostrou estatisticamente significativo (Tabela 1). Todavia, fica claro que para aumentar a eficiência intrínseca de uso da água (A/gs) 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) e a condutância estomática (gs) (Tabela 4).

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

Dose	E	gs
1 (50%)	4,25±0,47A	0,230±0,05A
2 (100%)	4,14±0,52A	0,203±0,04AB
3 (150%)	3,40±0,76B	0,140±0,06B

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A maior condutância estomática (gs) observada na menor dose (D1-50%) provavelmente contribuiu para a maior taxa de transpiração (E) nesta dose, em relação a maior dose (D3-150%) (Tabela 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 (gs) 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).

## 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 Ci e a uma significativa melhoria na eficiência intrínseca do uso da água (A/g<sub>s</sub>) 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<sub>s</sub>) nessa dose, independentemente do ambiente.

## 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.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, v. 132, p. 30-37, 2020.

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

CHAVARRIA, G., SANTOS, H. P. D., FELIPPETO, 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**, v. 30, p. 1022-1029, 2008.

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**, v. 32, n. 2, p. 429-439, 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n216rc>

FERREIRA, D. F. **Sistemas de análises de variância para dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos**. SISVAR Versão, v. 4, 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**, v. 45, p. 82-91, 2014.

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**, 40, 1270-1276, 2010.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 627p. 2009.