

ANÁLISES FISIOLÓGICAS DE MUDAS DE CAJÁ SUBMETIDAS A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO FOSFATADA

Luderlândio de Andrade Silva¹, Iracy Amélia Pereira Lopes², Marcos Eric Barbosa Brito³, Pedro Dantas Fernandes⁴, Francisco Vanies da Silva Sá⁵, Benedito Ferreira Bonifácio⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar respostas de mudas de cajá submetidas a lâminas de irrigação e adubação fosfatada por meio de parâmetros de crescimento e trocas gasosas. O delineamento utilizado foi blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 4, referentes a 5 níveis de adubo fosfatado (supersimples) (0; 50; 100; 150 e 200 mg dm⁻³) e 4 lâminas de irrigação (60; 80; 100 e 120% da capacidade de campo do solo), com 4 blocos e cada parcela constituída por uma planta útil, totalizando 80 parcelas. Foram analisadas as variáveis transpiração (E), condutância estomática (gs), taxa de fotossíntese líquida (A) e eficiência instantânea de carboxilação (EiC - A/Ci) da espécie cajá aos 120 DAS após o transplântio. As trocas gasosas das mudas de cajá foram influenciadas significativamente pela adubação fosfatada, sendo viável a aplicação de 50 a 100 mg dm⁻³. O acréscimo de irrigação promove melhoria nas trocas gasosas das mudas de cajazeiras, independente de adubação fosfatada.

PALAVRAS-CHAVE: *Spondias mombin* L, produção de mudas, fisiologia

PHYSIOLOGICAL ANALYSIS OF CAJÁ SEEDLINGS SUBMITTED TO DIFFERENT IRRIGATION DEPTHS AND PHOSPHATE FERTILIZER

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate responses of cajá seedlings submitted to irrigation and phosphate fertilization using growth parameters and gas exchange. The design used was randomized blocks, in a 5 x 4 factorial scheme, referring to 5 doses of phosphate fertilizer ; 50; 100; 150 and 200 mg) and 4 irrigation slides (60; 80; 100 and 120 % of the field

¹Doutorando em Eng. Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, PB. E-mail: luderlândioandrade@gmail.com.

²Agroecóloga, Mestranda em Horticultura Tropical, Universidade Federal de Campina Grande, PB. E-mail: iracyamelia.lopes@gmail.com.

³Prof. Doutor, Campuser - NEAS, Universidade Federal de Sergipe, CEP 49100-000, Sergipe, SE. E-mail: marcosericbb@yahoo.com.br.

⁴Prof. Doutor, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN, Universidade Federal de Campina Grande, PB. E-mail: pedrodantasfernandes@gmail.com.

⁵Doutor em Eng. Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, PB. E-mail: vanies_agronomia@hotmail.com.

⁶ Doutorando em Eng. Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, PB. E-mail: Benedito_agronomo@hotmail.com.

capacity of the soil), with 4 blocks and each parcel constituted by a useful plant, totaling 80 parcels. The transpiration (E), stomatal conductance (gs), liquid photosynthesis rate (A) and instant carboxylation efficiency (EiC (supersimple) $(0 - A / C_i)$) variables of the cajá species at 120 DAS after transplant were analyzed. The gas exchanges of the cajá seedlings were significantly influenced by the phosphate fertilization, being possible the application of 50 to 100 mg dm⁻³. The increase in irrigation improves the gas exchange of the cajazeira seedlings, regardless of phosphate fertilization.

KEYWORDS: *Spondias mombin* L., seedling production, physiology

INTRODUÇÃO

A cajazeira (*Spondias mombin* L.) pertencente à família Anacardiaceae, frutífera tropical nativa do Nordeste brasileiro, apresenta grandes perspectivas de inserção nos mercados interno e externo de frutas exóticas, especialmente na forma de polpa, sucos e sorvetes (SANTOS et al., 2011). Entretanto, sua produção na maior parte é de estratificação, necessitando de tecnologias para melhorar a produção.

Frutas da Cajazeira possuem excelentes qualidades de sabor, aroma e nutrição, além de serem utilizadas na obtenção de diversos produtos (como sucos, sorvetes, balas, geléias e licores), também são amplamente utilizadas em alimentos naturais (SOUZA & ARAÚJO, 1999). Existem poucas informações sobre adubação necessidades hídricas, manejo dessa cultural. Geralmente, a tecnologia utilizada costuma ser baseada na família *Anacardiaceae*, o que geralmente não reflete a real demanda pela espécie, resultando em aumento de custos para os produtores e impacto negativo no meio ambiente.

Portanto, para inseri-la como espécie frutífera nos modelos agrícolas modernos, principalmente no semi-árido brasileiro, é necessário realizar estudos especiais com esta espécie. Dentre as tecnologias de produção, no semiárido, a irrigação surge como a que mais têm contribuído para garantir a produção e a exploração da atividade agrícola (HOLANDA et al., 2010). O manejo da irrigação inclui uma série de procedimentos que devem ser adotados para garantir o fornecimento eficaz e econômico de água suficiente para as culturas em diferentes estágios de desenvolvimento das culturas, reduzir a perda de água e nutrientes e maximizar o rendimento (FRIZONE et al., 2005).

O equilíbrio nutricional durante o ciclo da cajazeira é fundamental para obtenção de altas produtividades, o fósforo (P), geralmente, é um fator limitante da produção agrícola nos solos tropicais e subtropicais, assim como a deficiência hídrica também causa danos significativos

durante o período de estabelecimento e de crescimento dos plantios (NASCIMENTO et al., 2019), e o fósforo atua positivamente no florescimento e na frutificação, contribui para o bom desenvolvimento radicular das plantas, incrementa a produção e melhora a qualidade dos produtos vegetais (RAIJ, 1991). Diante do exposto, objetivou-se avaliar mudas de cajá submetidas a lâminas de irrigação e adubação fosfatada por meio de parâmetros das trocas gasosas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA, da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, PB. Utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizados, com esquema fatorial 5 x 4, referentes a 5 níveis de adubo fosfatado (supersimples) (0; 50; 100; 150 e 200 mg) e 4 lâminas de irrigação (60; 80; 100 e 120% da capacidade de campo do solo), com 4 blocos e cada parcela constituída por uma planta útil, totalizando 80 parcelas.

A semeadura foi feita em bandejas de polietileno com 162 células com capacidade de 50 ml, as plântulas foram transplantadas para citropotes com capacidade de 3,6 L, aos 45 dias após semeadura (DAS), tendo as mesmas três folhas verdadeiras. O solo foi preparado 15 dias antes do transplante para que houvesse a encubação do fósforo, com proporções de 2: 1: 1 (duas partes de solo, 1 de casca de pinho e uma de esterco bovino).

Para a irrigação, a determinação do volume a ser aplicado foi realizada por lisimetria de drenagem, sendo assim, o volume de irrigação (V_i) por recipiente foi obtido pela diferença entre a média do volume aplicado (V_a) por recipiente e o volume drenado (V_d) dos recipientes, sendo o resultado dividido pelo número de recipientes (n) e a fração de lixiviação (FL), como demonstrado na Expressão 1.

$$V_i = \frac{V_a - V_d}{n(1 - FL)} \quad (1)$$

Até os 15 dias após o transplante, as mudas receberam a mesma quantidade de água, a partir deste período foram aplicadas as diferentes lâminas de irrigação.

O manejo nutricional foi seguido pelas recomendações propostas por Novais (1991), com exceção do fósforo que é um dos tratamentos, e adotou-se os demais cuidados de controle de ervas daninhas, prevenção e controle de pragas e doenças. Aos 120 DAS foram determinadas: Taxa de assimilação de CO_2 (A) ($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$), transpiração (E) ($mol\ de\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$), condutância estomática (g_s) ($mol\ de\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$) e concentração interna de CO_2 (C_i), a leitura

foi realizada na terceira folha contada a partir do ápice. De posse desses dados, foram quantificadas a eficiência intrínseca no uso da água (EUA) $(A/T) [(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}]$ e a eficiência instantânea da carboxilação $\Phi_c (A/C_i)$. Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F'. Nos casos de significância, foi realizado análise de regressão, para o fator lâminas de regressão e doses de fósforo durante a fase de crescimento inicial (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância se observou que não houve interação entre os fatores estudados aos níveis de adubação fosfatada e lâminas de irrigação para nenhuma das variáveis estudadas.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis fisiológicas: concentração interna de CO₂ (C_i), transpiração (E), condutância estomática (g_s), taxa de fotossíntese líquida (A), em mudas de cajá sob doses de fósforo e lâminas de irrigação, Pombal, 2020.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO			
		<i>C_i</i>	<i>E</i>	<i>G_s</i>	<i>A</i>
D	4	1067,387*	2,663**	0,0277**	50,5749**
L	3	312,150 ^{ns}	2,088**	0,0312**	48,6590**
D x L	12	276,504 ^{ns}	0,505 ^{ns}	0,0049 ^{ns}	8,4586 ^{ns}
CV		8,61	23,91	32,56	25,20
MÉDIA		231,425	2,839	0,193	12,5077

D= dose; L= Lâmina; *, **= significativo ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade; NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

No entanto enquanto se estudou de forma isolada observou-se que houve diferença significativa para todas as variáveis fisiológicas, exceto para concentração interna de CO₂ (C_i) e para lâminas de irrigação.

Observa-se maior valor no nível 0 de 240,33 para C_i, (Figura 1A) com o aumento das doses, houve decréscimo para 222, 53, correspondendo a uma redução de 7,4%. Este resultado pode ser um indicativo que as plantas de cajá não tiveram seu aparato fotossintético danificado pela falta ou excesso de água de irrigação no substrato.

Segundo Farquhar & Sharkey (1982) relatam que, como os estômatos regulam a concentração subestomática de CO₂ durante as trocas gasosas, o C_i se mantém relativamente constante, comportamento observado neste trabalho, que houve um pequeno decréscimo de 7,4% entre a menor e maior dose de fósforo e pelo valor médio de 231,43 entre as lâminas de irrigação. As doses de fósforo favoreceram a abertura estomática.

Em condições adversas o fechamento estomático reduz a transpiração e o suprimento de CO₂ para o processo fotossintético, com diminuição do crescimento celular e aumento da fotorrespiração (TAIZ & ZEIGER, 2013). Para transpiração (E) (Figura 1B) no fator dose, houve um ajuste ao modelo quadrático, com valor máximo de 3,25 mmol de H₂O m⁻² S⁻¹ na

dose estimada 91 mg, reduzindo a partir desse ponto os valores desta variável com o aumento das doses.

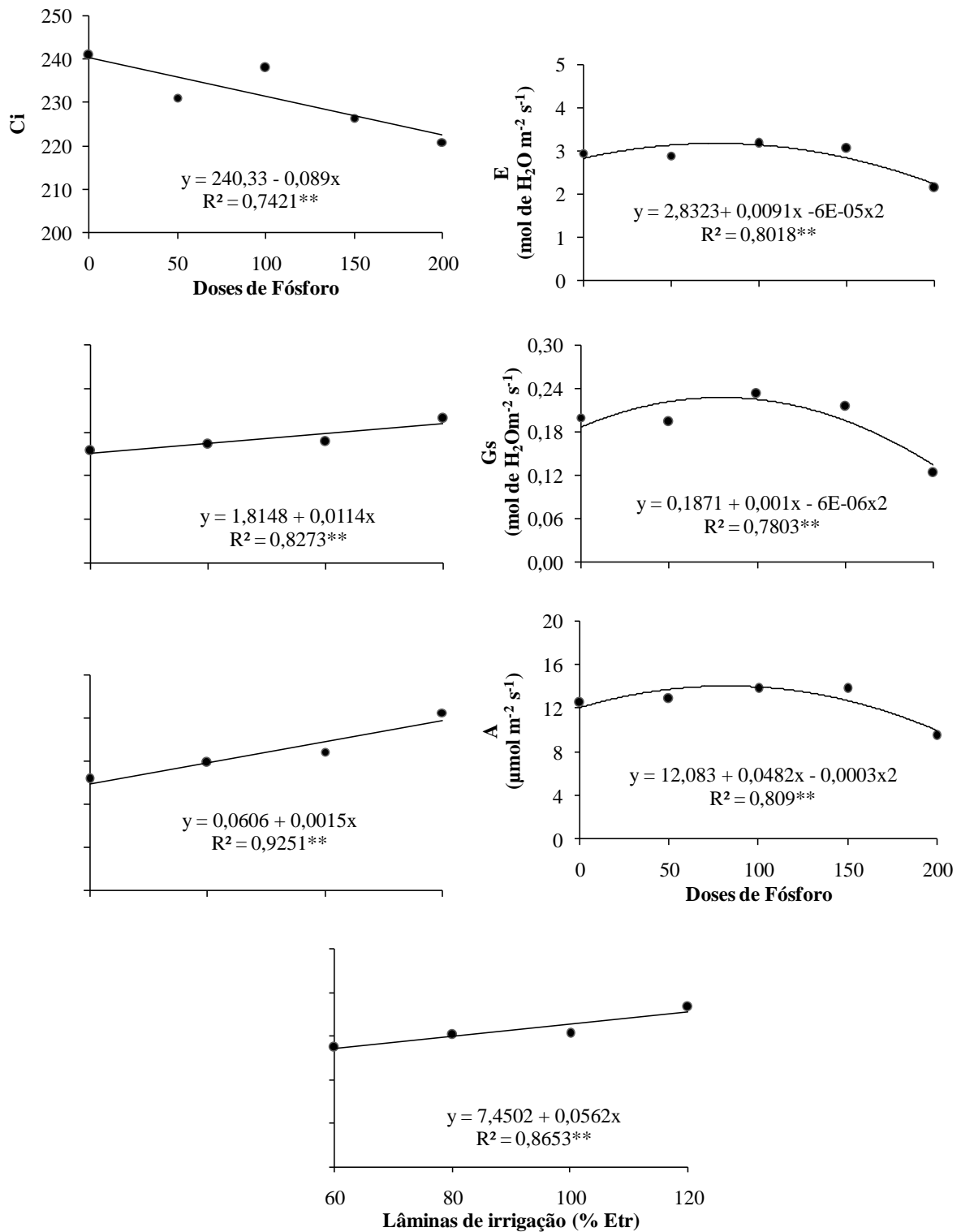


Figura 1. Concentração interna de CO_2 (C_i), transpiração (E), condutância estomática (G_s) e taxa de fotossíntese líquida (A) de mudas de cajá aos 120 DAS sob doses de fósforo e lâminas de irrigação, Pombal, 2020.

Quando se estudou o fator lâmina (Figura 1C) contatou-se um ajuste ao modelo linear crescente com máximo valor de 3,14 mmol de $H_2O\ m^{-2}\ S^{-1}$ na lâmina de 120% da Etr, com

aumento de 25,6% da menor para a maior lâmina. A perda de água, em virtude da abertura estomática, é denominada transpiração (E), que ocorre devido ao gradiente de concentração da água entre a superfície interna hidratada e a atmosfera (Prado & Casali, 2006).

Diante disso, plantas com maior condutância expressam maior transpiração, comportamento ocorrido neste estudo nas maiores lâminas de irrigação. Resultados semelhantes para g_s (Figura 1 D) onde, o aumento das doses de fósforo, promoveu aumento dos valores de g_s até na adubação de 83,3 mg, com valor máximo de $0,23 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, reduzindo a partir desse ponto. Por esses dados, constata-se que as maiores doses podem ter provocados efeitos de salinidade no substrato, o que tende a diminuir o potencial de condutância estomática das plantas de cajá, já que um dos componentes do estresse é a redução no potencial hídrico, devido ao aumento na concentração de sais, considerando-se que a abertura dos estômatos para absorção de CO_2 expõe a superfície subestomática à atmosfera, fazendo-a perder água.

Já na (Figura 1E) constatou-se um ajuste ao modelo linear crescente na lâmina de 120% Etr. Para os dados de fotossíntese líquida A , (Figura 1F) observou-se comportamento semelhante as demais variáveis de trocas gasosas já explicadas, obtendo valor máximo de $14,02 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na adubação de 80,3 mg, havendo uma redução com aumento das doses a partir de 80,3 mg, as reduções observadas nos valores da (E , g_s A) pode estar relacionado ao índice salino do supersimples, já para, os dados de fotossíntese líquida dentro das lâminas de irrigação (figura 1 G), o acréscimo das lâminas promove aumento nos valores dessa variável, obtendo-se maior valor na lâmina de 120 % Etr de $14,9 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, com aumento de 31,1 % quando comparando a menor e a maior lâmina. Ribeiro et al. (2009) explicam que em função das resistências associadas ao fluxo da água no sistema solo-planta-atmosfera, ocorre defasagem entre a absorção de água pelas raízes e a transpiração. Com isto, o fechamento parcial dos estômatos é uma estratégia para evitar desidratação excessiva ou uma consequência de desbalanço hídrico na epiderme das folhas, levando à redução de fotossíntese.

CONCLUSÃO

As trocas gasosas das mudas de cajá foram influenciadas significativamente pela adubação fosfatada, sendo viável a aplicação de 50 a 100 mg dm^{-3} . O acréscimo de irrigação promove melhoria nas trocas gasosas das mudas de cajazeiras, independente de adubação fosfatada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- FARQUHAR, G. D.; SHARKEY, T. D. Stomatal conductance and photosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 33, p. 317-345, 1982.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FRIZZONE, J. A.; Mélio Júnior, A. V.; FOLEGATTI, M. V.; BOTREL, T. A. Efeitos de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada sobre componentes de produtividade da cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 6, p. 425-34, 2005.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FRRREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F (ed). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. FORTALEZA, INCTA Sal, 2010. p. 43-61.
- NASCIMENTO, N. F.; NASCIMENTO, L. B. B.; GONÇALVES, J. F. C. Respostas funcionais foliares de plantas jovens de *Hevea brasiliensis* submetidas à deficiência hídrica e à reidratação. **Revista Ciências Florestal**, v.2 9, n. 3, 2019.
- NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. eds. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília, Embrapa-SEA, 1991. p.189-254.
- PRADO, C. H. B. A.; CASALI, C. A. **Fisiologia vegetal: práticas em relações hídricas, fotossíntese e nutrição mineral**. Barueri: Manole, 2006. 448p.
- RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 343p, 1991.
- RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; SANTOS, M. G.; OLIVEIRA, R. F. Photosynthesis and water relations of well-watered orange plants as affected by winter and summer conditions. **Photosynthetica**, v. 47, n. 2, p. 215-222, 2009.
- SANTOS, M. B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa X S. mombin*) provenientes do Recôncavo Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, 2011.
- SOUZA, F. X.; INNECO, R.; ARAÚJO, C. A. T. **Métodos de enxertia recomendados para a produção de mudas de cajazeira e de outras frutíferas do gênero *spondias***. Embrapa Agroindústria Tropical, 1999. 8p. (Comunicado Técnico, nº 37).

L. de A. Silva et al.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed., Artmed, 2013. 918 p.