

ASSIMILAÇÃO LÍQUIDA DE CO₂ EM PLANTAS DE MILHO, SORGO FORRAGEIRO E ALGODÃO SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR E ADUBAÇÃO COM NPK

Marcos Amauri Bezerra Mendonça¹, Carla Ingrid Nojosa Lessa², Alexandre Reuber Almeida da Silva³, José Roniere Luna Torquato⁴, Marlos Alves Bezerra⁵, Claudivan Feitosa de Lacerda⁶

RESUMO: No semiárido tropical, a intensidade dos veranicos afeta de forma decisiva as respostas fotossintéticas, impactando a produtividade das culturas. Esses impactos podem ser minimizados com o uso da irrigação suplementar, associada à adubação, de modo a se ter uma produção agrícola sustentável. Dentro desse contexto, avaliou-se nesse trabalho a taxa fotossintética líquida em plantas de milho, sorgo forrageiro e algodão, com 74 dias de idade, durante um veranico de elevada intensidade (16 dias sem chuvas), em solo franco arenoso. O estudo conduzido durante a estação chuvosa de 2023, no município de Jucás, Ceará, Brasil. Para cada cultura, o experimento obedeceu a um delineamento em blocos casualizados, no arranjo de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram formadas pelas culturas (milho, sorgo e algodão), as subparcelas pelas lâminas de irrigação suplementar (0%, 50%, 75% e 100% da evapotranspiração da cultura) e as subsubparcelas foram definidas pela ausência ou presença da adubação química com NPK. O plantio foi realizado no dia 17 de março de 2023 e as leituras de trocas gasosas foliares foram obtidas no dia 30 de maio de 2023, ou seja, aos 74 dias após o plantio. A irrigação suplementar aumentou em cerca de 6 e 2 vezes a taxa fotossintética líquida nas culturas do milho e sorgo forrageiro, respectivamente, sendo que essas duas culturas também apresentaram respostas significativas à adubação com NPK. A cultura do algodão foi a que apresentou menor resposta à irrigação suplementar, com incremento de apenas 10% em relação ao tratamento de sequeiro. Os dados evidenciam a importância da irrigação suplementar nas condições do semiárido brasileiro, notadamente para a cultura do milho.

¹ Dr., Dept. Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

² Doutoranda, Dept. Engenharia Agrícola, UFC, CEP 60455-760, Fortaleza, CE. Email: ingryd.nojosal@gmail.com

³ Prof. Dr. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – Campus Iguatu.

⁴ Graduando em Engenharia Agrícola, IFCE – Campus Iguatu.

⁵ Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

⁶ Prof. Dr. Dept. de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

PALAVRAS-CHAVE: Suplementação hídrica. Adubação mineral. Veranicos. Trocas gasosas foliares, culturas anuais.

**NET CO₂ ASSIMILATION IN CORN, FORAGE SORGHUM AND COTTON
PLANTS UNDER SUPPLEMENTAL IRRIGATION DEPTHS AND NPK
FERTILIZATION**

ABSTRACT: In the tropical semiarid region, the intensity of dry spells decisively affects photosynthetic responses, impacting crop productivity. These impacts can be minimized with the use of supplemental irrigation, associated with fertilization, in order to have sustainable agricultural production. Within this context, this study evaluated the net photosynthetic rate in corn, forage sorghum, and cotton plants, 74 days old, during a high-intensity dry spell (16 days without rain), in sandy loam soil. The study was conducted during the 2023 rainy season, in the municipality of Jucás, Ceará, Brazil. For each crop, the experiment followed a randomized block design, in a split-plot arrangement, with four replications. The plots were formed by the crops (corn, sorghum, and cotton), the subplots by the supplementary irrigation depths (0%, 50%, 75%, and 100% of crop evapotranspiration), and the subsubplots were defined by the absence or presence of chemical fertilization with NPK. Planting was carried out on March 17, 2023, and leaf gas exchange readings were obtained on May 30, 2023, that is, 74 days after planting. Supplemental irrigation increased the net photosynthetic rate by approximately 6 and 2 times in corn and forage sorghum crops, respectively, and these two crops also showed significant responses to NPK fertilization. Cotton was the crop that showed the lowest response to supplemental irrigation, with an increase of only 10% compared to the rainfed treatment. The data highlight the importance of supplemental irrigation in the conditions of the Brazilian semiarid region, notably for corn crops.

KEYWORDS: Water supplementation. Mineral fertilization. Dry spells. Leaf gas exchange, annual crops.

INTRODUÇÃO

A agricultura de sequeiro, que ocupa mais de 90% da área agrícola do País, poderia alcançar maior produtividade se não enfrentasse o déficit hídrico médio anual de 37%, no Brasil, conforme dados de 2013 a 2017 (ANA/IBGE, 2020), sendo esse déficit percentualmente maior na região semiárida. Nessa região, as frequentes secas fazem com que os rendimentos das culturas em condições de sequeiro sejam drasticamente reduzidos (Melo Junior et al., 2006; Marengo et al., 2017; Zaninelli et al., 2019).

De modo geral, as menores produtividades sob sequeiro se correlacionam com a maior intensidade dos veranicos, ou seja, dias consecutivos sem a ocorrência de precipitação no período correspondente à estação chuvosa, sobretudo, nos anos mais secos ou com precipitação muito irregular (Cavalcante et al., 2021).

A intensidade dos veranicos afeta de forma decisiva as respostas fotossintéticas, impactando a produtividade das culturas (Cavalcante et al., 2022). Esses impactos podem ser minimizados com o uso da irrigação suplementar, associada à adubação, de modo a se ter uma produção agrícola sustentável. Além disso, existem culturas e variedades com maior capacidade de resposta ao déficit hídrico, as quais se mostram mais adaptadas às condições do semiárido tropical.

Dentro desse contexto, avaliou-se nesse trabalho a taxa fotossintética líquida em plantas com 74 dias de idade de milho, sorgo forrageiro e algodão, durante um veranico de elevada intensidade (16 dias sem chuvas), em solo franco arenoso.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo conduzido durante a estação chuvosa de 2023, na localidade Vila Canafistula, inserido sob as coordenadas (6° 25'S; 39° 26'W, 237 m), no município de Jucás, Ceará, Brasil. O clima da região é classificado como semiárido tropical, com temperatura média anual de 27 °C. O solo da área é classificado como Neossolo Flúvico, de textura franco arenosa.

O experimento obedeceu a um delineamento em blocos casualizados, no arranjo de parcelas subdivididas com quatro blocos. As parcelas foram formadas pelas culturas (milho, sorgo e algodão). As subparcelas foram estabelecidas pelas lâminas de irrigação suplementar, em valores equivalentes aos percentuais das reposições das demandas evapotranspiratórias durante os veranicos: 0% (sequeiro), 50%, 75% e 100%. As subsubparcelas foram definidas pela ausência ou presença da adubação química com NPK, conforme a recomendação técnica para cada cultura.

O ensaio experimental foi instalado com a cultura do milho (híbrido AG 1051), sorgo (cultivar BRS Ponta Negra) e algodão (BRS 433). O plantio foi realizado no dia 17 de março de 2023 e as leituras de trocas gasosas foliares foram obtidas no dia 30 de maio de 2023, ou seja, aos 74 dias após o plantio. Durante o período o total de precipitações alcançaram 371 mm, com redução significativa no mês de maio. A aplicação da irrigação suplementar foi definida ao longo do desenvolvimento das culturas, durante a ocorrência de veranicos com pelo menos cinco dias sem chuvas (Fernandes et al., 2015). Para o cálculo da evapotranspiração da cultura (ETc), foram considerados os coeficientes de cultivo, obtidos na literatura, e a evapotranspiração de referência (Allen et al., 1998), estimada a partir de dados de uma estação meteorológica. As lâminas de irrigação suplementar aplicadas para os percentuais de 50, 75 e 100% da ETc, foram respectivamente: milho - 72,8, 54,5 e 36,4 mm; sorgo - 74,8, 56,0 e 37,4 mm; algodão - 69,3, 52,0 e 34,6 mm. A irrigação foi realizada pelo método localizado, mediante o sistema do tipo gotejamento, sendo utilizadas fitas gotejadoras constituídas de um material de polietileno flexível, com emissores autocompensantes integrados, com vazão de 1,6 L h⁻¹ por emissor, uma pressão de serviço de 100 kPa e espaçamento entre emissores de 0,2 m.

A taxa fotossíntese líquida - A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foi medida em folhas completamente expandidas do terço superior das plantas, após um período de 16 dias sem chuvas. Para tanto, foi utilizado um analisador de gás infravermelho (LCi System, ADC, Hoddesdon, UK), sob as seguintes condições: temperatura do ar ambiente, concentração de CO₂ ambiente e radiação fotossinteticamente ativa de 1800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Os dados avaliados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste de médias de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e análise de regressão, utilizando-se o programa computacional Assistat. 7.6 Beta (Silva & Azevedo, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença da adubação elevou os teores de fotossíntese na cultura do milho (26,42 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), diferindo estatisticamente do tratamento sem adubação (22,65 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), ocasionando acréscimo de 16,64% (Figura 1A). A Figura 1B mostra o efeito das lâminas de irrigação sobre a fotossíntese do milho, por meio da análise da equação polinomial quadrática constatou um valor máximo estimado de 32,82 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ obtido com a lâmina de 82,97%. Observa-se que, nessa lâmina, a taxa de fotossíntese do milho foi cerca de 6 vezes maior do que

no tratamento de sequeiro, indicando que o nível de estresse severo atingiu as plantas sem irrigação suplementar, para as condições de 16 dias sem chuvas no local.

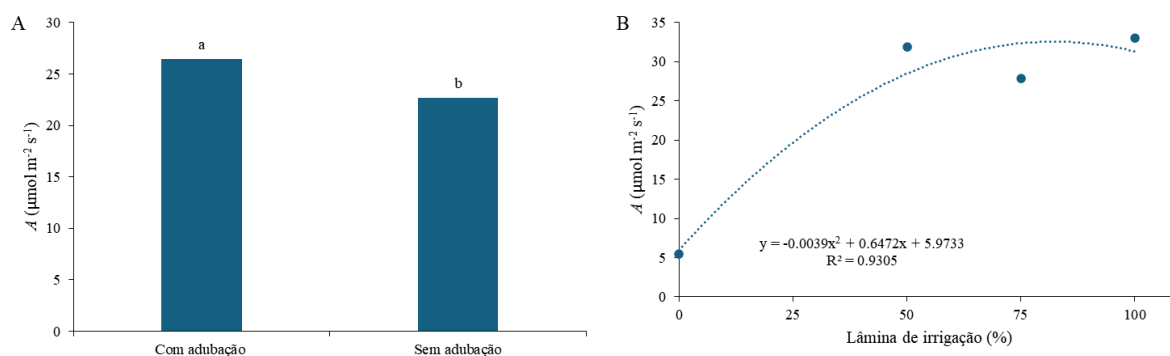


Figura 1. Taxa de fotossíntese líquida (A) da cultura do milho em função da adubação (A) e de diferentes lâminas de irrigação suplementar.

A cultura do algodão foi a que apresentou menor resposta à irrigação suplementar (Figura 2A). Segundo a análise da equação para a taxa de fotossíntese nesta cultura, houve efeito quadrático, com valor máximo de $29,35 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para a lâmina de irrigação de 55,35% (Figura 2A), porém o incremento em relação ao sequeiro foi de apenas 10%.

Para a cultura do sorgo, observou-se interação significativa entre adubação e lâmina de irrigação para a taxa de fotossíntese líquida (Figura 2B). Observa-se que os tratamentos com e sem adubação apresentaram comportamento polinomial quadrático. Nas plantas de sorgo cultivadas com adubação, o valor máximo estimado da fotossíntese foi de $40,29 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ na lâmina de irrigação de 73,93%. Já nas plantas cultivadas sem adubação, houve um valor máximo estimado de $37,54 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ na lâmina de 61,14%. As plantas de sorgo mostraram comportamento intermediário entre milho e algodão, com o incremento máximo de cerca de 2 vezes na taxa fotossintética nas plantas sob irrigação suplementar, em relação às de sequeiro.

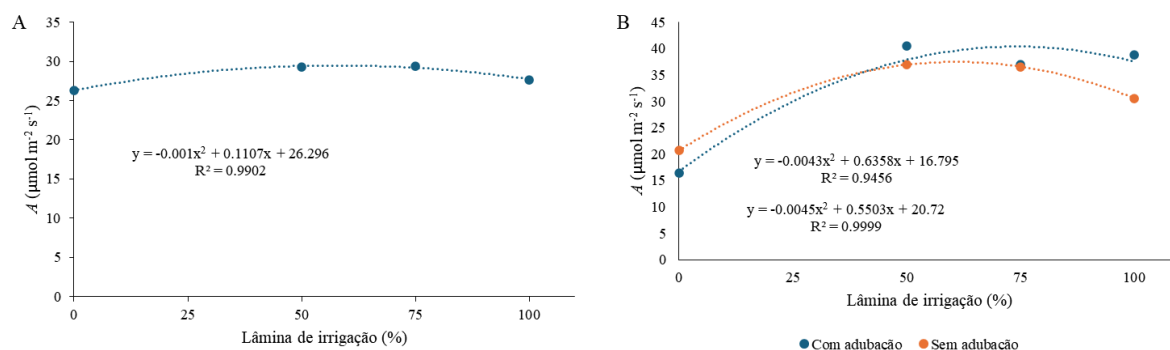


Figura 2. Taxa de fotossíntese líquida da cultura do algodão em função de diferentes lâminas de irrigação suplementar (A) e do sorgo forrageiro submetido à adubação e lâminas de irrigação suplementar (B).

CONCLUSÕES

A irrigação suplementar aumentou em cerca de 6 e 2 vezes a taxa fotossintética líquida nas culturas do milho e sorgo forrageiro, respectivamente, sendo que essas duas culturas também apresentaram respostas significativas à adubação com NPK. A cultura do algodão foi a que apresentou menor resposta à irrigação suplementar, com incremento de apenas 10% em relação ao tratamento de sequeiro.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical – INCTAgriS (CNPq/Funcap/Capes), Programa Cientista-chefe em Agricultura (SDE/FUNCAP/ADECE) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de bolsas de estudo e pelo suporte financeiro para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA/IBGE – Agência Nacional de Águas/ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Uso da água na agricultura de sequeiro no Brasil (2013-2017)**. Brasília: ANA, 2020. 63 p.

CAVALCANTE, E. S.; LACERDA, C.F.; COSTA, R. N. T; GHEYI, H. R.; PINHO, L.L.; BEZERRA, F. M. S.; OLIVEIRA, A. C.; CANJÁ, J. F. Supplemental irrigation using brackish water on maize in tropical semi-arid regions of Brazil: yield and economic analysis, **Scientia Agrícola**, v.78, e20200123, 2021. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2020-0151>

CAVALCANTE, E.S.; LACERDA, C.F.; MESQUITA, R.O.; MELO, A.S.; FERREIRA, J.F.S.; TEIXEIRA, A.S.; LIMA, S.C.R.V.; SALES, J.R.S.; SILVA, J.S.; GHEYI, H.R. Supplemental irrigation with brackish water improves carbon assimilation and water use efficiency in maize under tropical dryland conditions. **Agriculture**, v.12, 544, 2022. <https://doi.org/10.3390/agriculture12040544>

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil – past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v.129, p.1189–1200, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8>

MELO JUNIOR, J.C.F.; SEDIYAMA, J.C.; FERREIRA, P.A.; LEAL, B.G.; MINUSI, R.B. Distribuição espacial da frequência de chuvas na região hidrográfica do Atlântico, Leste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n. 02, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000200024>.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Africal Journal of Agriculture Research**, v.11, p.3733-3740, 2016.

ZANINELLI, P.G.; MENÉNDEZ, D.G.; FALCO, M.; FRANCA, N.L.; CARRIL, A.F. Future hydroclimatological changes in South America based on an ensemble of regional climate models. **Climate Dynamics**, v. 52, n. 1/2, p. 819–830, 2019. DOI 10.1007/s00382-018-4225-0.