



TROCAS GASOSAS DO AMENDOIM SOB FORMAS DE ADUBAÇÃO E ESTRESSE SALINO EM SOLO COM BIOMAPHOS®

Girna dos Santos Oliveira¹, Thales Vinicius de Araujo Viana², Geocleber Gomes de Sousa³, Francisco Gleyson da Silveira Alves⁴, Francisco Hermes Rodrigues Costa⁵, Samuel de Oliveira Santos⁵

RESUMO: Objetivou-se com o trabalho avaliar as trocas gasosas da cultura do amendoim cultivado sob formas de adubação e estresse salino em solo com BiomaPhos®. O experimento foi realizado de fevereiro a março de 2023 na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, Ceará. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial, 4x2x2, com 5 repetições, referente as formas de adubação (F1 – 0% de fósforo, F2 – 50% de fósforo, F3 – 100% de fósforo e F4 – biofertilizante bovino), à presença e ausência do BiomaPhos®, e aos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, (0,3 dS m⁻¹ e 4,0 dS m⁻¹). Foram avaliadas as seguintes variáveis: transpiração (E), condutância estomática (gs), a taxa líquida de assimilação de CO₂ (A) e SPAD. A adubação com biofertilizante bovino foi mais eficiente para a transpiração e fotossíntese da cultura do amendoim sob estresse salino e para a condutância estomática na presença do BiomaPhos®.

PALAVRAS-CHAVE: *Arachis hypogea* L., nutrição de plantas, microrganismos.

PEANUT GAS EXCHANGE UNDER FERTILIZER FORMS AND SALINE STRESS IN SOIL WITH BIOMAPHOS®

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the gas exchange of the peanut crop grown under forms of fertilization and saline stress in soil with BiomaPhos®. The experiment was carried out from February to March 2023 at the University of International Integration of Afro-Brazilian Lusophony, Redenção, Ceará. The experimental design used was entirely

¹ Graduada em Agronomia, Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, CEP 60356-001, Fortaleza, CE. Fone Fone (85) 984163839. e-mail: girnaoliveiraa@gmail.com

² Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

³ Prof. Doutor, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB, Redenção, CE

⁴ Doutorando em Zootecnia, Depto de Zootecnia, UFC, Fortaleza, CE

⁵ Mestrando em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

randomized, in a factorial scheme, 4x2x2, with 5 replications, referring to the forms of fertilization (F1 - 0% phosphorus, F2 - 50% phosphorus, F3 - 100% phosphorus and F4 - bovine biofertilizer), the presence and absence of BiomaPhos®, and the levels of electrical conductivity of irrigation water, (0.3 dS m⁻¹ and 4.0 dS m⁻¹). The following variables were evaluated: transpiration (E), stomatal conductance (gs), net CO₂ assimilation rate (A) and SPAD. Fertilization with bovine biofertilizer was more efficient for transpiration and photosynthesis of the peanut crop under saline stress and for stomatal conductance in the presence of BiomaPhos®.

KEYWORDS: *Arachis hypogea* L., plant nutrition, microorganisms.

INTRODUÇÃO

O uso da irrigação com águas contendo elevados teores de sais causa restrições às atividades fisiológicas em decorrência dos efeitos osmótico, hídrico, toxicidade de íons e desequilíbrio nutricional, provocados pela salinidade, o crescimento, a expansão foliar e o metabolismo de carbono são severamente afetados pelo estresse (DIAS et al., 2016). O estresse salino afeta a disponibilidade de nutrientes e a interação entre salinidade e a adubação com adubação mineral com fósforo (P) e orgânica com biofertilizantes é complexa (JOHNSTEN et al., 2014; SOUSA et al., 2021).

Diante desse cenário, é importante adotar estratégias que visem amenizar os problemas causados pelo excesso de sais. Uma das estratégias é o uso de microrganismos a base de *Bacillus subtilis*. Essas bactérias podem ser encontradas no solo ou em associação com as raízes das plantas e atuam diretamente na produção de fitormônios, na fixação de nitrogênio e na solubilização de fosfatos pelo aumento da permeabilidade das raízes e na produção de sideróforos (JUNIOR BRAGA et al., 2018).

A adubação mineral ou orgânica é outra maneira para se maximizar a produtividade das culturas e mitigar o estresse salino. No entanto, cada cultura apresenta uma maneira de expressar sua tolerância de acordo com a fonte de adubo utilizada. A adubação mineral testando a fonte fosfatada de forma isolada já apresenta dados relevantes nesses ambientes (GUILHERME et al., 2021; RIBEIRO et al., 2022).

A hipótese da pesquisa é de que o uso do produto comercial BiomaPhos® associado à adubação fosfatada irá melhorar os índices fisiológicos da cultura do amendoim.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar as trocas gasosas da cultura do amendoim sob formas de adubação e estresse salino em solo com BiomaPhos®.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de fevereiro a março de 2023, na Unidade de Produção de Mudanças Auroras, pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, Ceará. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial, 4x2x2, com 5 repetições, referente as formas de adubação (F1 – 0% de fósforo, F2 – 50% de fósforo, F3 – 100% de fósforo e F4 – biofertilizante bovino), à presença e ausência do produto comercial BiomaPhos®, e aos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (A1 – 0,3 dS m⁻¹ e A2 – 4,0 dS m⁻¹). O maior nível de condutividade busca avaliar o efeito do estresse salino nas plantas de amendoim.

O biofertilizante bovino foi preparado sob fermentação aeróbica com a mistura de partes iguais de esterco fresco bovino e água não salina (CEa = 0,3 dS m⁻¹) e enriquecido com torta de mamona e farinha de osso. A mistura foi armazenada em uma bombona de plástico com capacidade de 200 L por um período de 20 dias. Foram utilizadas sementes de amendoim, cultivar BR-1 em vasos de polietileno com capacidade de 11L, contendo como substrato a mistura de arisco, areia e esterco bovino na proporção de 7:2:1, respectivamente.

A irrigação foi realizada em frequência diária e calculada de acordo com o princípio do lisímetro de drenagem (BERNARDO et al., 2019), mantendo-se o solo na capacidade de campo. Aos 45 dias após a sementeiras foram avaliadas as seguintes variáveis: transpiração (E, mmol m⁻² s⁻¹), condutância estomática (gs, mol m⁻¹ s⁻¹) e taxa líquida de assimilação de CO₂ (A, μmol CO₂ m⁻² s⁻¹), utilizando o aparelho analisador de gás no infravermelho IRGA (LI 6400 XT da LICOR), em sistema aberto, com fluxo de ar de 300 mL min⁻¹. As medições foram feitas entre 8 e 10 h. Após verificação da normalidade, os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativos pelo teste F, foram submetidos ao teste de Tukey (p ≤ 0,05), utilizando o software Assisat 7.7 Beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (Tabela 1) houve interação entre as formas de adubação, condutividade elétrica da água de irrigação e BiomaPhos® ao nível de significância de 1% de probabilidade para a condutância estomática e o índice SPAD. Houve interação entre as formas de adubação e os níveis de condutividade elétrica da água ao nível de significância de 1% de probabilidade para a transpiração e fotossíntese.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a transpiração (E), condutância estomática (gs), fotossíntese (A) e índice SPAD (SPAD).

FV	GL	QUADRADO MÉDIO			
		E	gs	A	SPAD
FA	3	0,48071**	3,4372 ^{ns}	15,34388**	5,19712 ^{ns}
BiomaPhos®	1	0,21684 ^{ns}	3,46320 ^{ns}	11,45720 ^{ns}	1,37813*
CEa	1	0,54533*	13,58776*	14,23406*	138,07513 ^{ns}
FA x BiomaPhos®	3	0,06780 ^{ns}	1,91191 ^{ns}	8,08140 ^{ns}	5,84079 ^{ns}
FA x Cea	3	1,54365**	31,22532**	17,24141**	1,71179 ^{ns}
BiomaPhos® x CEa	1	0,07781 ^{ns}	29,07666**	18,31220 ^{ns}	4,56013 ^{ns}
FA x BiomaPhos® x CEa	3	0,05510 ^{ns}	9,97913**	1,39402 ^{ns}	24,32412**
Tratamento	15	0,48539**	12,38589**	11,34571**	17,01566 ^{ns}
Resíduo	64	0,08682	1,97856	3,19944	6,42656
CV%	-	9,70	45,15	18,59	6,65

*Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns: não significativo; GL: grau de liberdade; FV: Fonte de variação; CV (%): coeficiente de variação, FA: Formas de adubação, CEa: condutividade elétrica da água.

Para a transpiração, os tratamentos com as formas de adubação F1 e F2 irrigados com água de menor condutividade elétrica apresentaram maiores taxas (Figura 1). O tratamento controle (F1) obteve menores taxas de transpiração quando submetido ao estresse salino, essa redução pode estar atribuída ao fechamento estomático da planta para reduzir a absorção de íons tóxicos como Cl^- e Na^+ . Entretanto, o tratamento com biofertilizante bovino quando irrigado com água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ apresentou maiores taxas de transpiração, resultando em um acréscimo de 20,5% em comparação ao tratamento na ausência de adubação fosfatada.

A composição química do biofertilizante bovino pode ter contribuído para aumentar as relações K/Na e Ca/Na e diminuído o efeito do estresse salino. Em condições de estresses, as plantas reduzem a transpiração como um mecanismo de resposta para manter o potencial hídrico para absorção de água (RODRIGUES et al., 2021).

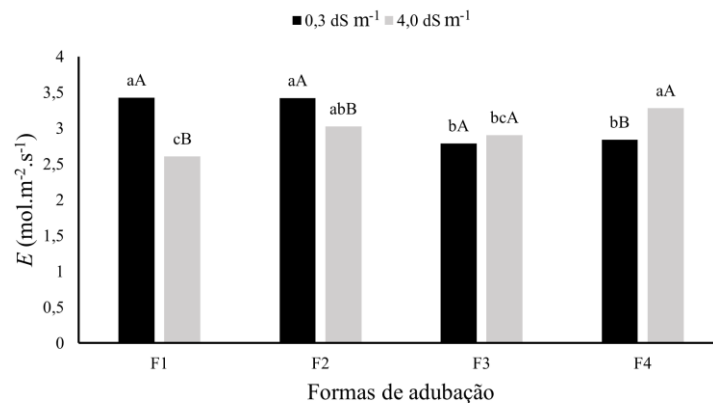


Figura 1. Transpiração de plantas de amendoim sob diferentes formas de adubação (F1 – 0% de fósforo, F2 – 50% de fósforo, F3 – 100% de fósforo e F4 – adubação com biofertilizante bovino) e níveis de condutividade elétrica da água de irrigação. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas para as formas de adubação e letras maiúsculas para os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p > 0,01$).

Observa-se na Figura 2, que as plantas de amendoim irrigadas com água de maior CEA apresentaram redução na condutância estomática na F3 na presença do BiomaPhos®. Esse comportamento ocorre devido às plantas fecharem parcialmente os estômatos para evitar a perda de água e como consequência há redução em seus processos fisiológicos. Porém, as formas de adubação F1 e F4, apresentaram gs superiores em 62,1% e 73,8%, respectivamente à F3 na presença dos microrganismos. Microrganismos solubilizadores de fósforo podem disponibilizar o P para as plantas por diversos mecanismos, como a acidificação do solo, devido à produção de ácidos orgânicos e extrusão de H⁺; a quelação de fosfatos insolúveis pela produção de ácidos orgânicos e inorgânicos; e pelo mecanismo de mineralização do fosfato orgânico (KALAYU, 2019; PRABHU et al., 2019).

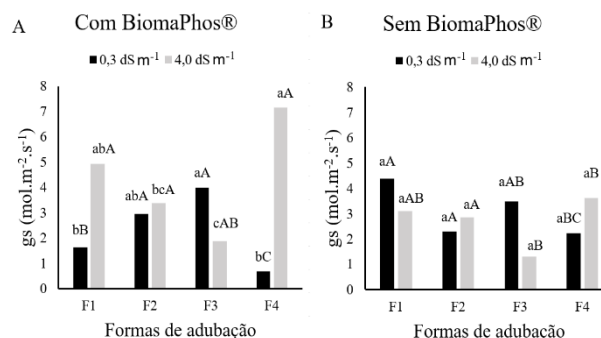


Figura 2. Condutância estomática de plantas de amendoim sob diferentes formas de adubação (F1 – 0% de fósforo, F2 – 50% de fósforo, F3 – 100% de fósforo e F4 – adubação com biofertilizante bovino) e diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação na presença (A) e ausência (B) de BiomaPhos®. Médias seguidas da mesma letra minúscula para as formas de adubação dentro de cada nível de condutividade elétrica e maiúscula para presença e ausência de BiomaPhos® não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,01$).

O biofertilizante bovino pode ter gerado um melhor equilíbrio nutricional gerando acúmulo de k⁺ nas células-guarda e contribuindo para o transporte de água dentro dessas células, aumentando a turgidez celular e resultando em maior abertura dos estômatos. A presença do

biofertilizante diminuiu o efeito do estresse causado pelos sais, esse resultado pode estar relacionado à composição química do biofertilizante à base de esterco bovino, que foram capazes de amenizar os efeitos deletérios causados pelos sais. O efeito atenuador possivelmente se dá pela presença de substâncias húmicas na sua composição que contribuem para uma maior eficiência de absorção de água e de nutrientes (MEDEIROS et al., 2016). Costa et al. (2020) também verificaram maiores aberturas estomáticas para os tratamentos que receberam adubação com cinza vegetal. Além disso, microrganismos em associação com as plantas têm a capacidade de melhorar as condições do solo e de fornecer compostos importantes para mitigação dos efeitos depauperantes dos sais às plantas (MBARKI et al., 2017).

Para a taxa líquida de assimilação de CO_2 , (Figura 3) o estresse salino associado ao tratamento sem fósforo (F1) apresentou menor taxa fotossintética, com redução de 16,6% em relação à água de menor condutividade elétrica da água de irrigação. Os tratamentos F2 e F3 não diferiram entre os níveis de condutividade elétrica, entretanto para o tratamento F4 houve acréscimo de 24% na taxa fotossintética quando irrigado com água de maior condutividade elétrica.

Os resultados revelam a tolerância do amendoim em condições de estresse salino, por outro lado a redução da fotossíntese para a forma de adubação F1 pode estar relacionada a ausência do fósforo, conseqüentemente no efeito sinérgico com o magnésio, afetando a fotossíntese, como reportado por Ribeiro et al. (2022). Lessa et al. (2021) em trabalho com amendoim, verificaram que o estresse salino também afetou negativamente a taxa fotossintética.

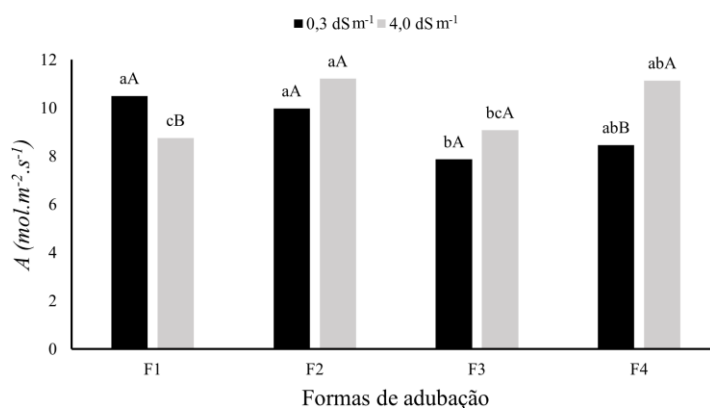


Figura 3. Fotossíntese de plantas de amendoim sob diferentes formas de adubação (F1 – 0% de fósforo, F2 – 50% de fósforo, F3 – 100% de fósforo e F4 – adubação com biofertilizante bovino) e diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3 e 4,0 dS m⁻¹). Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas para as formas de adubação e letras maiúsculas para os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p > 0,01$).

De acordo com a Figura 4, o tratamento F3 apresentou menor índice SPAD quando irrigado com água de maior condutividade elétrica da água e na presença de microrganismos. O efeito negativo da presença dos sais na água de irrigação pode estar associado a desequilíbrios nas atividades fisiológicas e bioquímicas, causando degradação das moléculas do pigmento fotossintetizante e destruição estrutural dos cloroplastos e como consequência há perda na atividade das proteínas de pigmentação (MUNNS & TESTER, 2008).

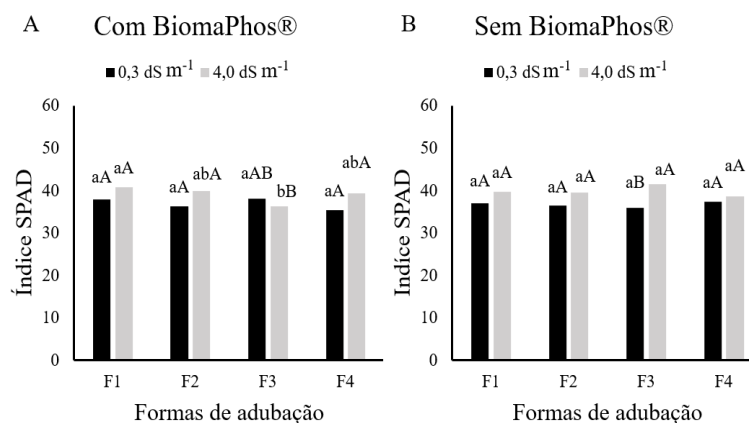


Figura 4. Índice SPAD de plantas de amendoim sob diferentes formas de adubação (F1 – 0% de fósforo, F2 – 50% de fósforo, F3 – 100% de fósforo e F4 – adubação com biofertilizante bovino) e diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3 e 4,0 dS m⁻¹) na presença (A) e ausência (B) de BiomaPhos®. Médias seguidas da mesma letra minúscula para as formas de adubação dentro de cada nível de condutividade elétrica e maiúscula para presença e ausência de BiomaPhos® não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p>0,01).

CONCLUSÕES

A adubação com biofertilizante bovino foi mais eficiente para a transpiração e fotossíntese da cultura do amendoim sob estresse salino e para a condutância estomática na presença do BiomaPhos®.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2008.
- COSTA, F. H. R.; GUILHERME, J. M. DA. S.; BARBOSA, A. DA. S.; CANJÁ, J. F.; FREIRE M. H. DA. C.; SOUSA, G. G. DE. Água salina e formas de adubação na cultura da abobrinha. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.13, p. 3757-3764, 2019.

DIAS, N. D.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. 2. ed. p. 151-161. 2016.

GUILHERME, J. M.; SOUSA, G. G.; SANTOS, S. O.; GOMES, K. R.; VIANA, T. V. A. Água salina e adubação fosfatada na cultura do amendoim. **Irriga**, v. 1, n. 4, p. 704-713, 2021.

JOHNSTON, A. E.; POULTON, P. R.; FIXEN, P. E.; CURTIN D. Fósforo: seu uso eficiente na agricultura. **Avanços na agronomia**, v. 123, p. 177-228, 2014.

JUNIOR BRAGA, G. M.; CHAGAS, L. F. B.; AMARAL, L. R. O.; MILLER, L. O.; CHAGAS JUNIOR, A. F. et al. Efficiency of inoculation by *Bacillus Subtilis* on soybean biomass and productivity. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 4, p. 1-6, 2018.

KALAYU, G. Microrganismos solubilizadores de fosfato: abordagem promissora como biofertilizantes. **International Journal of Agronomy**, v. 2019, p. 1-7, 2019.

LESSA, C. I. N.; SOUSA, G. G. DE; SOUSA, H. C.; SILVA JUNIOR, F. B. DA; SOUSA, J. T. M. DE; LACERDA, C. F. DE. Influência da cobertura morta vegetal e da salinidade sobre as trocas gasosas de genótipos de amendoim. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 15, p. 88- 96, 2021.

MBARKI, S.; CERDÀ, A.; BRESTIC, M.; MAHENDRA, R.; ABDELLY, C.; PASCUAL, J. A. Composto de vinha suplementado com *Trichoderma harzianum* T78 melhora a qualidade salina do solo. **Degradação e desenvolvimento da terra**, v. 28, n. 3, p. 1028-1037, 2017.

MEDEIROS, S. A. S.; CAVALCANTE, L. F.; BEZERRA, M. A.; NASCIMENTO, J. A. M.; BEZERRA, F. T. C.; PRAZERES, S. S. Água salina e biofertilizante de esterco bovino na formação e qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo. **Irriga**, v. 21, n. 4, p. 779-795, 2016.

MUNNS, R.; TESTER M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 651-681, 2008.

PRABHU, N.; BORKAR, S.; GARG, S. Phosphate solubilization by microorganisms: overview, mechanisms, applications and advances. **Advances in biological science research**, p. 161-176, 2019.

RIBEIRO, R. M. R.; SOUSA, G. G.; BARBOSA, A. S.; LACERDA, C. F.; FREIRE, M. H. C.; MORAES, J. G. L. Estratégias de irrigação com água salina e adubação fosfatada na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 17, n. 3, p. e2572-e2572, 2022.

RODRIGUES, V. S.; SOUSA, G. G.; GOMES, S. P.; SOARES, S. C; JUNIOR, F. B. S. Trocas gasosas e crescimento de girassol submetido a estresse salino e adubação mineral e orgânica.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 26, p. 840-847, 2022.

SOUSA, J. T.; SOUSA, G. G.; SILVA, E. B.; SILVA JUNIOR, F. B.; VIANA, T. V. A. et al.

Physiological responses of peanut crops to irrigation with brackish waters and application of organo-mineral fertilizers. **Revista Caatinga**, v. 34, p. 682-691, 2021.