



ESTRESSE SALINO E ADUBAÇÃO NAS TROCAS GASOSAS DA CULTURA DA SOJA INOCULADA COM BIOMAPHOS

Samuel de Oliveira Santos¹, Thales Vinicius Araujo Viana², Geocleber Gomes de Sousa³, Francisco Hermes Rodrigues Costa⁴, Girna dos Santos Oliveira⁴, Luis Gustavo Chaves da Silva³

RESUMO: Objetivou-se avaliar as trocas gasosas da cultura da soja sob diferentes formas de adubação e estresse salino, inoculada com BiomaPhos. O experimento foi realizado no período de janeiro a abril de 2023, na Unidade de Produção de Mudas Auroras (UPMA), UNILAB, Redenção, Ceará. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4 x 2 x 2, com 5 repetições, onde os fatores foram: quatro formas de adubação (F1 = 100% da recomendação; F2 = 50% da recomendação; F3 = 100% biofertilizante bovino; F4 = organomineral - 50% NPK + 50% biofertilizante bovino), dois níveis de salinidade da água de irrigação (0,3 e 4,0 dS m⁻¹), na presença e ausência de BiomaPhos. Aos 40 dias após a semeadura (DAS) foram avaliados a fotossíntese, condutância estomática, transpiração, concentração interna de CO₂, temperatura foliar, índice SPAD e eficiência do uso da água. A salinidade não afetou a fotossíntese e a transpiração sob adubação organomineral. A adubação com biofertilizante bovino e a organomineral, em conjunto com água de menor salinidade, proporcionaram maior condutância estomática. EUA e SPAD não sofreram influência da salinidade em plantas inoculadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* (L.) Merr., Salinidade, Nutrição de plantas.

SALINE STRESS AND FERTILIZATION IN GAS EXCHANGE OF SOYBEAN INOCULATION WITH BIOMAPHOS

ABSTRACT: The objective was to evaluate the gas exchanges of the soybean crop under different forms of fertilization and saline stress, inoculated with BiomaPhos. The experiment

¹ Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE samueloliveira1111@gmail.com

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

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

⁴ Agrônomo(a), Mestrando em Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

was carried out from January to April 2023, at the Seedlings Auroras Production Unit (UPMA), UNILAB, Redenção, Ceará. A completely randomized design (DIC) was used in a 4 x 2 x 2 factorial scheme, with 5 replications, where the factors were: four forms of fertilization (F1 = 100% of the recommendation; F2 = 50% of the recommendation; F3 = 100 % bovine biofertilizer; F4 = organomineral - 50% NPK + 50% bovine biofertilizer), two irrigation water salinity levels (0.3 and 4.0 dS m⁻¹), in the presence and absence of BiomaPhos. At 40 days after sowing (DAS), photosynthesis, stomatal conductance, transpiration, internal CO₂ concentration, leaf temperature, SPAD index and water use efficiency were evaluated. Salinity did not affect photosynthesis and transpiration under organomineral fertilization. Fertilization with bovine biofertilizer and organomineral, together with water with lower salinity, provided greater stomatal conductance. EUA and SPAD were not influenced by salinity in inoculated plants.

KEYWORDS: *Glycine max* (L.) Merr., Salinity, Plant nutrition.

INTRODUÇÃO

A soja cultivada (*Glycine max* L.) é uma das culturas de maior importância econômica no Brasil, fazendo com que o país se destaque no cenário mundial como um dos líderes na produção e na exportação do grão (MARQUES et al., 2022). Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2022), a produção nacional de soja deverá alcançar a marca de 140,5 milhões de toneladas, o que representa um aumento de 2,3% comparado à safra anterior. A obtenção de elevadas produtividades só é possível quando o aporte de nutrientes ao solo atende as quantidades requeridas pela cultura (SCHROEDER et al., 2013; BAILEY-SERRES et al., 2019).

O fósforo (P) é um dos nutrientes que apresenta maior entrave para o crescimento e desenvolvimento vegetal, pois em solos tropicais intemperizados, o P disponível para as plantas é muito baixo, devido a indisponibilidade. Portanto, se faz necessária a adoção de técnicas alternativas para o aumento da disponibilidade desse macronutriente no solo, que sejam economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis, como o uso de inoculantes contendo microrganismos solubilizadores de fósforo. (NOVAIS; SMYTH, 1999; HAMMOND & WHITE, 2008; OLIVEIRA-PAIVA et al., 2022).

A salinidade representa também um dos principais fatores abióticos que afetam negativamente a produtividade das lavouras, podendo afetar de forma severa a produção

agrícola, especialmente em regiões semiáridas (FAO, 2021; RAI et al., 2021). Consequentemente, os recursos hídricos disponíveis para irrigação nessas regiões apresentam, na maioria das vezes, certas limitações de uso devido a elevada concentração de sais solúveis (LIMA et al., 2017). Diante do exposto, objetivou-se avaliar as trocas gasosas da cultura da soja sob diferentes formas de adubação e estresse salino, com e sem inoculação com BiomaPhos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de janeiro a abril de 2023, na área experimental da Unidade de Produção de Mudas Auroras (UPMA), pertencente a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará. Segundo a classificação proposta por Köppen (1923), o clima da região é classificado como Aw ' caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono.

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 x 2, e os tratamentos consistiram em quatro formas de adubação (F1 = adubação com 100% da recomendação de NPK; F2 = adubação com 50% da recomendação de NPK; F3 = adubação orgânica com 100% da recomendação através de biofertilizante bovino; F4 = adubação organomineral – 50% mineral e 50% orgânica com biofertilizante bovino); dois níveis de salinidade (condutividades elétricas) da água utilizada para irrigação (A1 = 0,3 dS m⁻¹ e A2 = 4,0 dS m⁻¹); e na presença e na ausência de inoculante contendo microrganismos solubilizadores de P (CB – Com BiomaPhos e SB – Sem BiomaPhos).

O experimento foi conduzido em vasos de polietileno com capacidade de 9L e o substrato utilizado foi composto por uma mistura de areia, arisco e esterco bovino na proporção de 7:2:1 (tabela 1), respectivamente. Foram utilizadas sementes da variedade de soja Brasmax Olimpo 80I82 RSF IPRO, onde foram semeadas 5 sementes por vaso e pós 10 DAS foi realizado o desbaste mantendo apenas 2 plantas por vaso.

Tabela 1. Atributos químicos do substrato utilizado antes da aplicação dos tratamentos.

Caraterísticas químicas ¹								
M.O.	N	P	Mg	K	Ca	Na	pH (H ₂ O)	CEes (dS m ⁻¹)
g kg ⁻¹		mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³		
0,8	0,8	68,6	0,3	0,9	0,39	112	6,5	0,37

MO = matéria orgânica; CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; Estrator de P= Mehlich.

A irrigação das plantas ocorreu de forma manual e seguiu um turno de rega diário com fração de lixiviação correspondente a 15% (AYERS & WESTCOT, 1999), de acordo com a metodologia do lisímetro de drenagem posposta por Bernardo et al. (2019), mantendo o substrato na capacidade de campo. A solução salina utilizada na irrigação foi preparada através da diluição dos sais NaCl, CaCl₂·2H₂O e MgCl₂·6H₂O na proporção de 7:2:1 respectivamente, obedecendo a relação entre a condutividade elétrica da água (CEa) e sua concentração ($\text{mmol L}^{-1} = \text{CE} \times 10$), de acordo com a metodologia proposta por Rhoades et al. (2000).

A adubação mineral foi realizada seguindo as recomendações da Embrapa Soja (2013), correspondente a 20 kg ha⁻¹ de N; 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ K₂O. Para fins de adubação em vaso, foi considerado um stand de 10.000 plantas, sendo que as plantas adubadas com 100% da dose (tratamento F1), receberam 2,0 g de N, 8g de P e 6g de K, nas fontes ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Os tratamentos F2 (50% da dose) e F4 (organomineral) receberam o equivalente a metade da recomendação de adubação mineral, onde o tratamento F4 recebeu 50% de adubação orgânica através de biofertilizante bovino. O tratamento F3 teve adubação 100% orgânica por meio de biofertilizante bovino.

Para a inoculação das sementes foi utilizado o inoculante BiomaPhos, que contém as estirpes *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *B. megaterium* (CNPMS B119), bactérias solubilizadoras de fosfato. Foi utilizado o volume recomendado pelo fabricante, que corresponde a 100 ml do produto para cada 60.000 sementes de soja.

Aos 40 DAS foram avaliadas as seguintes variáveis fisiológicas: taxa de assimilação de CO₂ (A, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (gs, $\text{mol m}^{-1} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E, $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de carbono (Ci, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$), eficiência instantânea do uso da água (WUEi – através da razão entre A/E, [$\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} (\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$]), e temperatura foliar (Tf, °C). As medições foram realizadas em folhas intermediárias totalmente expandidas de cada planta por meio de um analisador de gases a infravermelho (IRGA) (LI-COR Biosciences Inc., LI-6400xt, Lincoln, NE, EUA). O índice relativo de clorofila (SPAD) foi medido nas mesmas folhas com auxílio de um medidor portátil (SPAD – 502 Plus, Minolta, Japan).

Após a coleta e tabulação os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F ($p < 0,05$) utilizando o programa Assistat 7.7 Beta (SILVA & AZEVEDO, 2016). Quando significativos de forma isolada e/ou para interação entre os fatores, foram submetidos ao teste de comparação de médias, utilizando-se o teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observaram-se a partir da análise de variância (tabela 2) que a taxa de assimilação de CO₂ (A) e a transpiração (E) responderam significativamente a interação entre adubação e salinidade. As variáveis condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂ (Ci) e temperatura foliar (Tf) apresentaram efeito significativo para a interação entre adubação, salinidade e inoculação. Resposta significativa para a interação entre salinidade e inoculação foi observada para as variáveis eficiência do uso da água (EUA) e índice relativo de clorofila (SPAD), com índice SPAD também sendo influenciado pela interação entre adubação e inoculação.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para taxa de assimilação de CO₂ (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂ (Ci), temperatura foliar (Tf), índice relativo de clorofila (SPAD) e eficiência do uso da água (EUA) em plantas de soja sob diferentes formas de adubação, condutividades elétricas da água de irrigação e na presença e ausência de BiomaPhos.

FV	GL	Quadrado médio						
		A	E	gs	Ci	Tf	SPAD	EUA
Adubação (A)	3	17.09751**	0.93710*	1.92629**	99.08112**	0.73542 ^{ns}	63.70208**	1.08939**
Salinidade (S)	1	8.00890 ^{ns}	3.58629**	4.17010**	286.17432**	1.75563 ^{ns}	43.89062*	0.74070 ^{ns}
Inoculação (I)	1	0.51840 ^{ns}	0.66219 ^{ns}	1.66733**	403.34045**	0.03063 ^{ns}	18.06250 ^{ns}	0.36465 ^{ns}
A x S	3	21.86225**	4.02884**	1.91188**	64.58090*	4.87187**	21.16104 ^{ns}	0.38374 ^{ns}
A x I	3	1.87765 ^{ns}	0.29894 ^{ns}	1.74261**	39.82175 ^{ns}	0.95854 ^{ns}	75.85125**	0.43268 ^{ns}
S x I	1	6.16281 ^{ns}	0.28223 ^{ns}	1.13156**	14.06259 ^{ns}	0.06250 ^{ns}	107.64063**	2.10574*
A x S x I	3	5.21089 ^{ns}	0.46841 ^{ns}	1.41609**	55.35869*	3.15042*	5.60437 ^{ns}	0.47894 ^{ns}
Resíduo Total	64 79							
MG		7,5	3,0	0,7	334,6	32,2	32,4	2,48
CV (%)		9,3	15,4	16,4	1,1	2,9	9,3	12,9

FV: Fonte de variação, GL: Grau de liberdade, CV (%): Coeficiente de variação, *Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns = não significativo.

Observa-se a partir da figura 1A, que a adubação 100% orgânica a base de biofertilizante bovino (F3) promoveu os maiores valores para a assimilação de CO₂, porém com um decréscimo ao se utilizar a água de maior salinidade (4,0 dS m⁻¹) para irrigação. A redução na assimilação de CO₂ pode ser justificada pela diminuição na absorção de água provocada por alterações no potencial osmótico devido à presença em excesso de sais solúveis. Sousa et al. (2018) avaliando a cultura da soja sob estresse salino em solo contendo biofertilizante bovino, obtiveram resultados semelhantes, onde foram observados decréscimos na fotossíntese das plantas de acordo com o aumento da salinidade da água de irrigação.

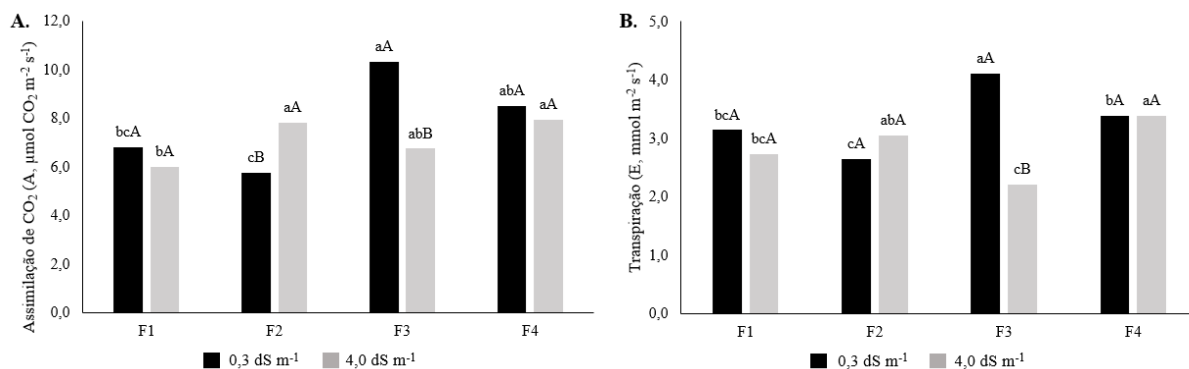


Figura 1. Taxa de assimilação de CO₂ (A) e transpiração (B) em plantas de soja irrigadas com água salobra (0,3 e 4,0 dS m⁻¹) sob diferentes formas de adubação. Colunas seguidas da mesma letra maiúscula para as águas e minúscula para as formas de adubação não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0.05).

Para a transpiração (figura 1B), as formas de adubação F1 (100% mineral) e F4 (organomineral) não apresentaram diferença estatística quanto à salinidade da água de irrigação, ainda que a adubação 100% mineral tenha apresentado valores inferiores, o que demonstra efeito positivo da adubação organomineral. Sousa et al. (2021) avaliando as respostas fisiológicas da cultura do amendoim sob estresse salino e adubação organomineral, observaram valores positivos para a transpiração nas plantas irrigadas com água de 5,0 dS m⁻¹ sob fertilização organomineral (NPK 50% + biofertilizante bovino 50%). Os mesmos autores afirmam que as características específicas dos fertilizantes podem ter contribuído para o melhor desempenho nas variáveis analisadas.

A condutância estomática respondeu significativamente a interação entre os três fatores avaliados (Figura 2A), onde os maiores valores para a variável foram observados sob a adubação 100% orgânica a base de biofertilizante bovino, sem inoculação com BiomaPhos, e com a menor salinidade da água de irrigação (0,3 dS m⁻¹), havendo decréscimo com a utilização da água de maior salinidade (4,0 dS m⁻¹). Os fertilizantes utilizados podem ter garantido um melhor balanço nutricional nas plantas. Contrariando os dados deste estudo, Sousa et al. (2021) avaliando a adubação organomineral e estresse salino em plantas de amendoim, não observaram efeito significativo entre os fatores ao se utilizar água de 1,0 dS m⁻¹. Tendência similar foi reportada por Sousa et al. (2018) ao estudarem estresse salino na cultura da soja em solo contendo biofertilizante, onde a condutância estomática apresentou decréscimo à medida que a condutividade elétrica da água utilizada para irrigação era intensificada.

Com relação a concentração interna de CO₂ (figura 2B) observa-se que as formas de adubação F1 e F3 não apresentaram diferença significativa entre as condutividades elétricas da água de irrigação com a utilização do inoculante (CB), porém com acréscimo nas plantas irrigadas com água de menor salinidade (0,3 dS m⁻¹) e não inoculadas. Essa resposta pode estar

relacionada ao controle estomático nas plantas sem inoculante, ocasionando aumento na acumulação de CO₂ no mesofilo das folhas e reduzindo o uso desse gás para síntese de açúcares (TAIZ et al. 2017). Sousa et al. (2022) não observaram efeito significativo entre os fatores para a concentração interna de CO₂ em folhas de amendoim submetido a estresse salino e diferentes formas de adubação orgânica e mineral.

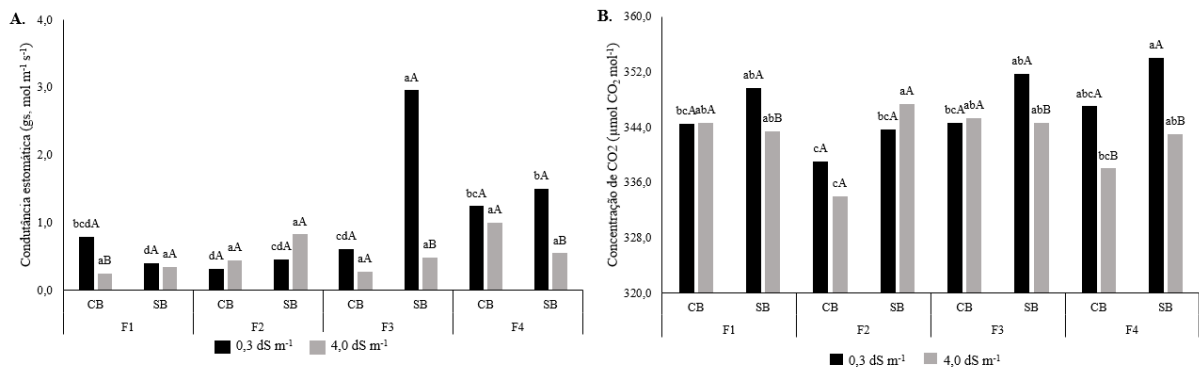


Figura 2. Condutância estomática (A) (gs) e Concentração interna de CO₂ (B) (Ci) em plantas de soja irrigadas com água salobra (0,3 e 4,0 dS m⁻¹) sob diferentes formas de adubação (F1: 100% de NPK; F2: 50% de NPK; F3: 100% de biofertilizante; F4: organomineral – 50% de NPK + 50% biofertilizante bovino) inoculadas com BiomaPhos (CB: Com BiomaPhos; SB: Sem BiomaPhos). Colunas seguidas da mesma letra maiúscula para as águas e minúsculas para as formas de adubação não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0.05).

Para a temperatura foliar (figura 3A) os resultados demonstram que na adubação a base de biofertilizante bovino (F3) juntamente com a inoculação, não houve diferença significativa entre a salinidade da água de irrigação. Valores superiores para a temperatura foliar foram observados com a utilização de adubação organomineral (F4) e água de maior salinidade (4,0 dS m⁻¹) sem a utilização do inoculante, assemelhando-se aos resultados obtidos com 100% da recomendação de adubação (F1). Sousa et al. (2021) observaram resultado semelhante na cultura do amendoim, onde as plantas submetidas a água de maior salinidade (5,0 dS m⁻¹) e adubação organomineral apresentaram maiores valores para temperatura foliar. O estresse salino pode ocasionar o fechamento dos estômatos e diminuir a transpiração, consequentemente a temperatura foliar aumenta (FIGUEIREDO et al., 2019).

Para a variável eficiência do uso da água (EUA) observa-se que os valores obtidos com a presença do inoculante foram superiores com a água de maior salinidade (4,0 dS m⁻¹) porém com redução na ausência do inoculante (figura 3B). Este resultado indica que o inoculante pode ter atuado de forma a mitigar o efeito deletério dos sais. A redução observada na ausência do produto é justificada pelo efeito dos sais em inibir efetivamente a água consumida em fitomassa, devido principalmente a mudanças no potencial osmótico (LIMA et al., 2017). Sousa et al.

(2021) observaram redução na eficiência no uso da água em plantas de abobrinha submetidas a salinidade da água de irrigação (0,5 a 2,5 dS m⁻¹).

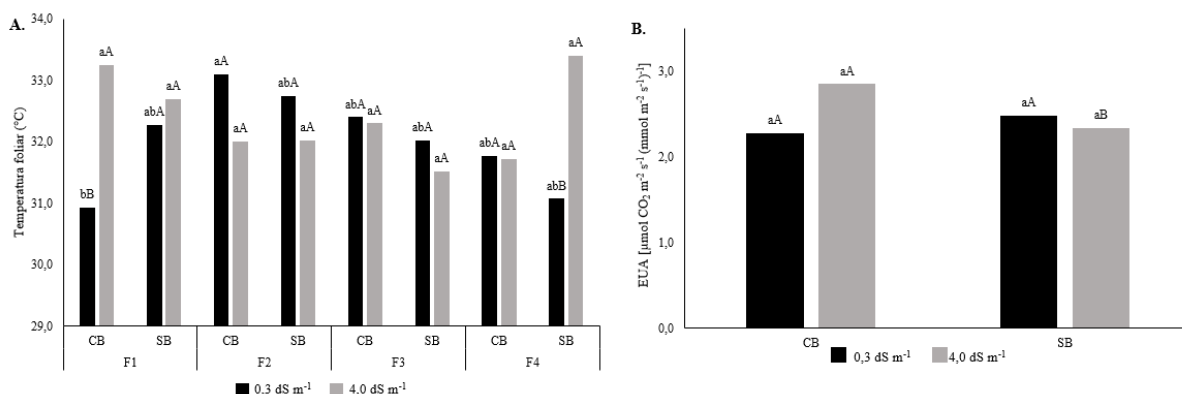


Figura 3. Temperatura foliar (A) (Tf) em plantas de soja irrigadas com água salobra (0,3 e 4,0 dS m⁻¹ [letra maiúscula]) sob diferentes formas de adubação (F1: 100% de NPK; F2: 50% de NPK; F3: 100% de biofertilizante; F4: organomineral – 50% de NPK + 50% biofertilizante bovino [letra minúscula]) inoculadas com BiomaPhos (CB: Com BiomaPhos; SB: Sem BiomaPhos), e Eficiência do uso da água (B) (EUA) em plantas de soja irrigadas com água salobra (0,3 e 4,0 dS m⁻¹ [letra maiúscula]) e inoculadas com BiomaPhos (CB: Com BiomaPhos; SB: Sem BiomaPhos [letra minúscula]). Colunas seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0.05).

Com relação ao índice relativo de clorofila (SPAD) (figura 4A) foram observadas respostas semelhantes, onde os tratamentos F1 (adubação 100% mineral) e F3 (biofertilizante bovino) apresentaram valores superiores na presença do inoculante, porém com decréscimo na ausência do produto. Microrganismos solubilizadores de fosfato podem gerar incrementos no desenvolvimento vegetal através de diversos mecanismos, como incremento na acumulação de clorofila (SILVA et al., 2023), o que corrobora com os resultados obtidos.

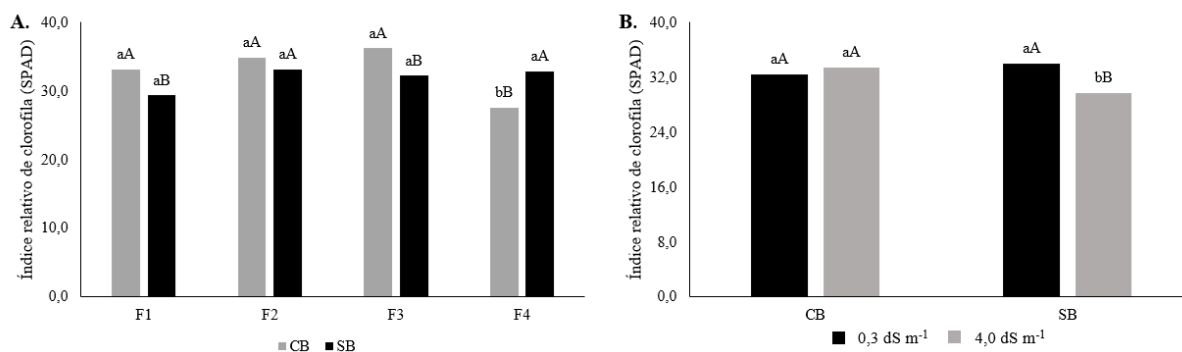


Figura 4. Índice relativo de clorofila (SPAD) em plantas de soja sob diferentes formas de adubação (F1: 100% de NPK; F2: 50% de NPK; F3: 100% de biofertilizante; F4: organomineral – 50% de NPK + 50% biofertilizante bovino [letra maiúscula]) inoculadas com BiomaPhos (CB: Com BiomaPhos; SB: Sem BiomaPhos [letra minúscula]) (4A) e irrigadas com água salobra (0,3 e 4,0 dS m⁻¹ [letra maiúscula]) e inoculadas com BiomaPhos (CB: Com BiomaPhos; SB: Sem BiomaPhos [letra minúscula]) (4B). Colunas seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P<0.05).

Na figura 4B é possível observar que o índice relativo de clorofila (SPAD) não apresentou diferença significativa entre as condutividades elétricas da água de irrigação na presença do inoculante, porém com decréscimo nos valores de plantas irrigadas com água de maior

salinidade que não receberam o inoculante. Abdelmoteleb et al. (2020) avaliando o efeito de bactérias do gênero *Bacillus* no crescimento de plantas de feijão sob estresse salino em condições de ambiente protegido, observaram que a inoculação pode mitigar o efeito deletério do excesso de sais por meio de incrementos na absorção de fósforo e maior acúmulo de pigmentos fotossintéticos.

CONCLUSÕES

A salinidade não afetou significativamente a assimilação de CO₂ e a transpiração nas plantas sob adubação organomineral (50% NPK – 50% biofertilizante).

A adubação com 100% de biofertilizante bovino e a organomineral, cocumitadamente com água de menor salinidade, proporcionaram maior condutância estomática.

As variáveis temperatura foliar e concentração de CO₂ não foram influenciadas significativamente pela salinidade da água quando inoculadas e adubadas com biofertilizante bovino.

As variáveis EUA e SPAD não sofreram influência da salinidade em plantas inoculadas. Os tratamentos F1, F2 e F3 não apresentaram diferença quando inoculados para o índice SPAD.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELMOTELEB, A.; GONZALEZ-MENDOZA, D. Isolation and Identification of Phosphate Solubilizing *Bacillus* spp. from *Tamarix ramosissima* Rhizosphere and Their Effect on Growth of *Phaseolus vulgaris* Under Salinity Stress. **Geomicrobiol.** v. 37, p. 901–908. 2020.

BAILEY-SERRES, J.; PARKER, J. E.; AINSWORTH, E. A.; OLDROYD, G. E. D.; SCHROEDER, J. I. Genetic strategies for improving crop yields. **Nature**, v. 575, p.109-118, 2019.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2022). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, quanto levantamento**. Brasília, Brasil. 9.

FAO. **Global Map of Salt Affected Soils**. FAO, 2021.

FIGUEIREDO, F. R. A.; LOPES, M. F. Q.; SILVA, R. T.; NÓBREGA, J. S.; SILVA, T. I.; BRUNO, R. L. A. Respostas fisiológicas de mulungu submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. **Irriga**, 24: 662-675, 2019.

HAMMOND, J. P.; WHITE, P. J. Sucrose transport in the phloem: integrating root responses to phosphorus starvation. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, n. 1, p. 93-109, 2008.

LIMA, G. S. DE; DIAS, A. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A.; ANDRADE, E. M. G. Saline water irrigation and nitrogen fertilization on the cultivation of colored fiber cotton. **Revista Caatinga**, v.31, p.151- 160, 2018.

LIMA, G. S.; MOREIRA, B. L.; SILVA, A. G.; DINIZ NETO, M. L.; OLIVEIRA, D. S.; CAVALCANTE, A. P. Crescimento e produtividade de algodão de fibra colorida cultivado sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. v. 21, n. 6, p. 415-420, 2017.

MARQUES, K. R.; SERAGLIO, N. A.; PIMENTEL JUNIOR, J. M.; SOUSA, P. L. R.; RAUBER, W. A.; CAVAZZINI, P. H.; FIDELIS, R. R. Soil and plant bioactivator and phosphate fertilization on soybean yield characteristics. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 11, p. e541111134159, 2022.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.

OLIVEIRA-PAIVA, C. A.; ALVES, V. M. C.; GOMES, E. A.; SOUSA, S. M.; LANA, U. G. P.; MARRIEL, I. E. Microrganismos solubilizadores de fósforo e potássio na cultura da soja. In: MEYER, M. C.; BUENO, A. F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. (Org.) **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2022. p. 163-179.

PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F. DE; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAÚJO, I. C. S.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@mbiente**, v.9, p.111-118, 2015.

RAI, A. K.; BASAK, N.; SUNDHA, P. Saline and Sodic Ecosystems in the Changing World. In: RAKSHIT, A.; SINGH, S.; ABHILASH, P.; BISWAS, A. (ed.) **Soil Science: Fundamentals to Recent Advances**. Springer, Singapore, 2021.

RHOADES, J. D., KANDIAH, A., MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. (Estudos FAO - Irrigação e Drenagem, 48).

SCHROEDER, J. I.; DELHAIZE, E.; FROMMER, W. B.; GUERINOT, M. L.; HARRISON, M. J.; HERRERA-ESTRELLA, L.; TSAY, Y. F. Using membrane transporters to improve crops for sustainable food production. **Nature**, v. 497, p. 60-66, 2013.

SILVA, A. O.; SILVA, E. F. F.; KLAR, A. E. Yield of beet cultivars under fertigation management and salinity control in a protected environment. **Chilean Journal of Agricultural Research**. v. 76, n. 4, p. 463-470, 2016.

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

SILVA, L. I.; PEREIRA, M. C.; CARVALHO, A. M. X.; BUTTRÓS, V. H.; PASQUAL, M.; DÓRIA, J. Phosphorus-Solubilizing Microorganisms: A Key to Sustainable Agriculture. **Agriculture**. v. 13. n. 462. 2023.

SOUSA, G. G.; RODRIGUES, V. S.; SOARES, S. C.; DAMASCENO, I. N.; FLUSA, J. N.; SARAIVA, S. E. L. Irrigation with saline water in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in a soil with bovine biofertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.22, n.9, p.604-609, 2018.

SOUSA, J. T. M.; SOUSA, G. G.; SILVA, E. B.; SILVA JUNIOR, F. B.; VIANA, T. V. A. Physiological Responses Of Peanut Crops To Irrigation With Brackish Waters And Application Of Organi-Mineral Fertilizers. **Ver. Caatinga**, v. 34, n. 3, p. 682-691, jul. – set., 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: ARTEMED, 2017. 858 p.