

## CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ALGODOEIRO SOB ESTRESSE SALINO E INOCULAÇÃO COM *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

**RITA DE CASSIA CUNHA SABOYA<sup>1</sup>; AUSTRO JOSÉ FAUSTINO TAVARES<sup>2</sup>; ANDRÉ ALISSON RODRIGUES DA SILVA<sup>3</sup>; LUCIANO MARCELO FALLÉ SABOYA<sup>4</sup>; RONALDO DO NASCIMENTO<sup>5</sup> E MAGNA MARIA MACEDO NUNES COSTA<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, Rua Osvaldo Cruz, 1143 - Centenário, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: cassia.saboya@embrapa.br.

<sup>2</sup> Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: austro\_tavares17@hotmail.com.

<sup>3</sup> Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: andrealisson\_cgpb@hotmail.com.

<sup>4</sup> Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: lsaboya@hotmail.com.

<sup>5</sup> Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: ronaldo.nascimento@professor.ufcg.edu.br.

<sup>6</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, Rua Osvaldo Cruz, 1143 - Centenário, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: magna.ferreira@embrapa.br.

### 1 RESUMO

Objetivou-se com este estudo, avaliar o efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* na mitigação dos efeitos deletérios causados pela irrigação com águas salobras no crescimento e nos componentes de produção do algodoeiro de fibra branca BRS 286. A pesquisa foi conduzida em ambiente protegido (casa de vegetação) em lisímetros de drenagem. Os tratamentos resultaram da combinação entre dois fatores: cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,4; 3,1; 4,1; 6,1 e 7,1 dS m<sup>-1</sup>) associados a inoculação ou não das sementes de algodão com *Azospirillum brasilense* - AZ (Com inoculação e sem inoculação), distribuídos no delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5 × 2, com seis repetições e uma planta por parcela, perfazendo o total de sessenta unidades experimentais. A inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* mitigou os efeitos deletérios do estresse salino sobre a área foliar e os componentes de produção quando submetido a CEa de até 3,1 dS m<sup>-1</sup>. A irrigação com CEa de 0,4 dS m<sup>-1</sup> associado a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* resultou nos maiores valores de área foliar, fitomassa seca da parte aérea, número de capulhos, número de sementes, massa de sementes e massa de algodão em pluma.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum* L., estresse abiótico, fixação biológica de nitrogênio.

**SABOYA, R. de C. C.; TAVARES, A. J. F.; SILVA, A. A. R. da; SABOYA, L. M. F.; NASCIMENTO, R. do; COSTA, M. M. N.**

**COTTON GROWTH AND PRODUCTION UNDER SALINE STRESS AND INOCULATION WITH *AZOSPIRILLUM BRASILENSE***

## 2 ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* in mitigating the deleterious effects caused by irrigation with brackish water on the growth and production components of BRS 286 cotton. The research was conducted in a protected environment (vegetation house) in drainage lysimeters. The treatments resulted from the combination of two factors: five levels of electrical conductivity of the irrigation water - EC<sub>w</sub> (0.4, 3.1, 4.1, 6.1 and 7.1 dS m<sup>-1</sup>) associated with inoculation or not of cotton seeds with *Azospirillum brasilense* - AZ (With inoculation and without inoculation), distributed in a completely randomized design, in a 5 × 2 factorial arrangement, with six repetitions and one plant per installment, making a total of sixty experimental units. Seed inoculation with *Azospirillum brasilense* mitigated the deleterious effects of saline stress on leaf area and yield components when subjected to EC<sub>w</sub> of up to 3.1 dS m<sup>-1</sup>. Irrigation with EC<sub>w</sub> of 0.4 dS m<sup>-1</sup> associated with seed inoculation with *Azospirillum brasilense* resulted in the highest values of leaf area, shoot dry biomass, boll number, seed number, seed weight and cotton weight in feather.

**Keywords:** *Gossypium hirsutum* L., abiotic stress, biological nitrogen fixation.

## 3 INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), pertencente à família Malvaceae é uma importante cultura utilizada para a produção de fibras e óleo, sendo responsável por fornecer 35% do total de fibra têxtil do mundo (JIA *et al.*, 2022; NAZISH *et al.*, 2022). Sua produção deve aumentar em 20% para atender às demandas globais do aumento da população (TARIQ *et al.*, 2017).

O Brasil é um dos principais produtores e exportadores de fibra de algodão do mundo (SILVA *et al.*, 2020a). Nesse sentido, a região Nordeste tem se destacado, com produção estimada de 1.668,2 mil toneladas distribuídas entre os estados de Alagoas, Bahia, Paraíba, Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí e Maranhão (ALGODÃO, 2023).

Entretanto, o semiárido do Nordeste apresenta restrições hídricas em termos de qualidade e quantidade tornando-se a produção de algodão dependente da irrigação, que muitas vezes é realizada com águas que apresentam alto teor de sais (SILVA *et al.*, 2021). O excesso de sais

presentes na água de irrigação, especialmente Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, restringe a capacidade das raízes de absorver água e nutrientes do solo (SONI *et al.*, 2021). Além disso, causa o estresse osmótico e desequilíbrio iônico, que afeta diretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas (FAROUK; ELHINDI; ALOTAIBI, 2020).

A busca por estratégias que minimizem os efeitos do estresse salino sobre o algodoeiro é imprescindível para o desenvolvimento da cotonicultura em regiões semiáridas. Nesse sentido, o uso de bactérias promotoras de crescimento (BPC), pode atuar na indução da tolerância do estresse salino, trazendo efeitos positivos para as plantas (NASCIMENTO *et al.*, 2023). Dentro do grupo (BPC), o gênero *Azospirillum* é um dos mais estudados e utilizados para formulação de inoculantes no mundo por sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico e estimular o crescimento das plantas (HUNGRIA *et al.*, 2010).

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo, avaliar o efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* na mitigação dos efeitos deletérios causados pela irrigação

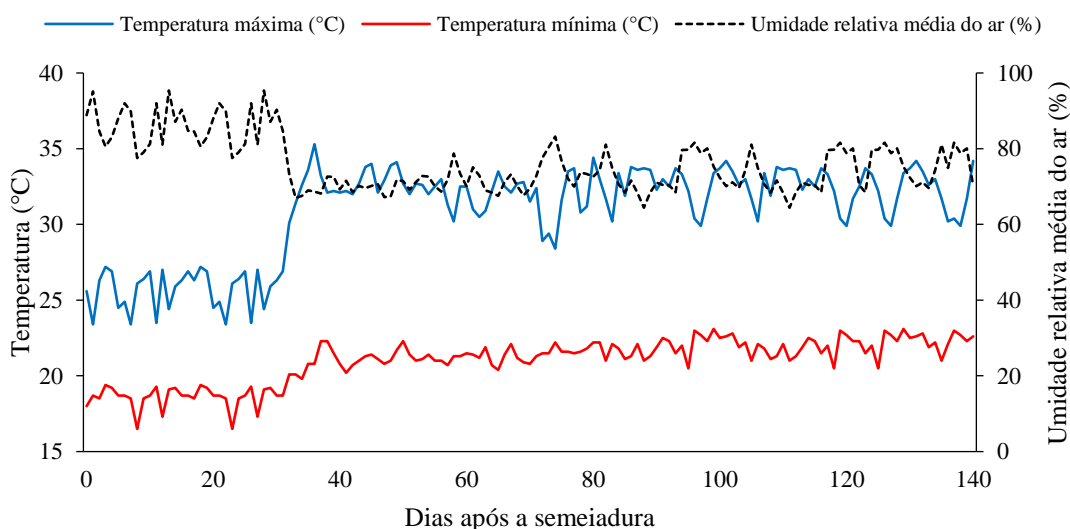
com águas salobras no crescimento e nos componentes de produção do algodoeiro de fibra branca BRS 226.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de agosto de 2019 a janeiro de 2020, em ambiente protegido (casa de vegetação), com cobertura e laterais de vidro translúcido,

localizada na EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, situada na Rua Osvaldo Cruz, Campina Grande-PB cujas coordenadas geográficas são 7° 13' 34,8" de latitude Sul, 35° 54' 22,3" de longitude Oeste e altitude média de 550 m. Os dados de temperatura (máxima e mínima) e umidade relativa média do ar do local do experimento estão dispostos na Figura 1.

**Figura 1.** Temperatura máxima e mínima e umidade relativa média do ar observada durante a condução do experimento.



Os tratamentos resultaram da combinação entre dois fatores: cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,4; 3,1; 4,1; 6,1 e 7,1 dS m<sup>-1</sup>) associados a inoculação ou não das sementes de algodão com *Azospirillum*

*brasiliense* - AZ (Com inoculação e sem inoculação), distribuídos no delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5×2, com seis repetições e uma planta por parcela (Tabela 1), perfazendo o total de sessenta unidades experimentais.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos analisados

	Condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)				
	0,4 dS m <sup>-1</sup>	3,1 dS m <sup>-1</sup>	4,1 dS m <sup>-1</sup>	6,1 dS m <sup>-1</sup>	7,1 dS m <sup>-1</sup>
Sem inoculação	S1AZ0	S2AZ0	S3AZ0	S4AZ0	S5AZ0
Com inoculação	S1AZ1	S2AZ1	S3AZ1	S4AZ1	S5AZ1

As sementes utilizadas no experimento foram as da cultivar BRS 286 fornecidas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPQ), selecionadas ao acaso.

Antes da semeadura foi necessário a realização do deslincamento das sementes. A cultivar BRS 286 foi originada a partir do cruzamento biparental entre as variedades

CNPA ITA 90 e CNPA 7H, ocorrido no ano de 2000.

As plantas foram cultivadas em vasos plásticos adaptados a lisímetros de drenagem com capacidade de 20 L (35 cm de altura, 31 cm de diâmetro superior, 20 cm de diâmetro inferior), possuindo uma tela de malha fina na base e conectada a um coletor de água drenada por meio de uma mangueira com diâmetro de 15 mm. Acima da tela, os vasos receberam uma camada de brita de 3 cm de espessura e 24 kg de um Neosolo Regolítico de textura areno-argiloso coletado na profundidade de 0-20 cm proveniente da zona rural do município de Campina Grande, PB, sendo devidamente destorroado e peneirado, cujas características químicas foram determinadas conforme metodologia proposta por Teixeira *et al.* (2011):  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$  +  $\text{H}^+$  = 22,7; 9,2; 6,9; 2,27 e 0,0 mmolc  $\text{dm}^{-3}$ , respectivamente; pH (água 1:2,5) = 7,1; matéria orgânica ( $\text{g kg}^{-1}$ ) = 5,5.

A adubação de base com N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , foi realizada de acordo com a recomendação do laboratório de solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, utilizando como fontes o sulfato de amônio (nitrogênio), fosfato monoamônico (fósforo) e cloreto de potássio (potássio).

As sementes foram inoculadas com a estirpe de *Azospirillum brasilense* (AbV5/AbV6), fornecidos pela empresa Total Biotecnologia, sediada em Curitiba - PR, Brasil. Para a inoculação utilizou-se a metodologia indicada pela empresa, que consta em misturar as sementes a substância até que todas sejam envolvidas por uma camada uniforme do inoculante, em proporção de 16 mL da substância em 10.000 sementes. Todo procedimento foi realizado à sombra e logo em seguida realizado o semeio.

As águas salinizadas foram preparadas de forma a ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, a partir da dissolução dos

sais NaCl,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  em água de abastecimento local ( $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ ), considerando-se a relação entre CEa e a concentração de sais conforme Richards (1954), conforme a Eq. 1. Após preparação da água a condutividade elétrica foi verificada e ajustada antes de uso.

$$Q \approx 10 \times \text{Cea} \quad (1)$$

Em que:

Q - Soma dos cátions ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ );

CEa - condutividade elétrica da água ( $\text{dS m}^{-1}$ ).

Aos 15 dias após a emergência das sementes, iniciou-se a irrigação com as águas salinas, adotando-se um turno de rega de dois dias, aplicando-se a água em cada lisímetro, conforme tratamento de forma a manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo, sendo o volume aplicado determinado de acordo com a necessidade hídrica das plantas, estimada pelo balanço de água no solo, sendo determinado pela Eq. 2:

$$\text{VI} = \frac{(\text{Va} - \text{Vd})}{(1 - \text{FL})} \quad (2)$$

Em que:

VI - volume de água a ser usado no evento de irrigação (mL);

Va - volume de água aplicado no evento de irrigação anterior (mL);

Vd - volume drenado após o evento de irrigação anterior (mL);

FL - fração de lixiviação de 0,10, aplicado a cada 30 dias para evitar acumulação excessiva de sais.

Os efeitos dos tratamentos foram avaliados mediante análise das variáveis de crescimento: altura de planta - AP (cm), diâmetro de caule - DC (mm), número de folhas, área foliar - ( $\text{cm}^2$ ) e fitomassa seca da parte aérea - FSPA (g por planta) e, dos componentes de produção: número de capulhos - NC, número de sementes - NS, massa de sementes - MS (g por planta) e

massa de algodão em pluma - MAP (g por planta). Os componentes de produção foram quantificados ao fim do ciclo produtivo (140 DAS), conforme metodologia da Embrapa Algodão.

O crescimento do algodoeiro BRS 286 foi mensurado aos 110 dias após a semeadura. A altura das plantas (AP) foi medida tomando-se como referência a distância do colo da planta à inserção do meristema apical, o diâmetro caulinar (DC) foi medido a 2 cm do colo da planta, o número de folhas (NF) foi obtido pela contagem de folhas totalmente expandida com comprimento mínimo de 3 cm em cada planta e a área foliar foi determinada, conforme equação de Grimes e Carter (1969), medindo-se o comprimento da nervura principal de todas as folhas da planta, considerando-se a Eq. 3.

$$AF = \sum (0,4322 \times P)^{2,3002} \quad (3)$$

Em que:

AF = área foliar (cm<sup>2</sup>); e,

P = comprimento da nervura central.

A FSPA foi determinada ao fim do ciclo produtivo (140 DAS). Para obtenção da fitomassa seca, a haste de cada planta foi cortada rente ao solo e, em seguida, foram separadas as distintas partes (caule e folha) e acondicionadas em saco de papel; posteriormente, foram postas para secar em estufa com ventilação forçada de ar, na temperatura de 65 °C, até a obtenção de peso constante. Posteriormente, o material foi pesado, obtendo-se a fitomassa seca das folhas (FSF) e do caule (FSC), sendo a FSPA a soma da fitomassa seca das folhas e do caule.

A estrutura multivariada dos resultados foi avaliada por meio da análise de componentes principais (ACP), sintetizando-se a quantidade de informações relevantes contida no conjunto de dados originais em menor número de dimensões, resultantes de combinações lineares das

variáveis originais geradas a partir dos autovalores ( $\lambda \geq 1,0$ ) na matriz de correlação, explicando porcentagem maior que 10% da variância total (GOVAERTS *et al.*, 2007).

A partir da redução das dimensões, os dados originais das variáveis de cada componente foram submetidos à análise de variância multivariada (MANOVA) pelo teste de Hotelling *et al.* (1947) a 0,05 de probabilidade para os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e a inoculação ou não das sementes de algodão com *Azospirillum brasilense*, assim como para interação entre os mesmos. Apenas variáveis com coeficiente de correlação maior ou igual a 0,6 foram mantidos em cada componente principal (PC) (HAIR *et al.*, 2009). Para as análises estatísticas utilizou-se o software Statistica v. 7.0 (STATSOFT, 2004).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se, de acordo com o resumo de análise de variância multivariada (Tabela 2), que as variáveis originais foram apresentadas em dois componentes principais (CP1 e CP2) com autovalores maiores que  $\lambda \geq 1,0$ , de acordo com Kaiser (1960). Os autovalores e porcentagem de variação explicada para cada componente (Tabela 2) representaram juntos 91,63% da variação total. O CP1 explicou 77,87% da variância total, formada pela maioria das variáveis analisadas, exceto o número de folhas (NF). O CP2 representou 13,76% da variância restante, sendo formada pela variável NF.

Pela análise de variância multivariada (Tabela 2), observa-se efeito significativo da interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e a inoculação ou não das sementes de algodão com *Azospirillum brasilense* (AZ) para os dois componentes principais (CP1 e CP2). Também foi verificado efeito

significativo ( $p \leq 0,01$ ) dos fatores quando analisados de forma isolada.

**Tabela 2.** Autovalores, porcentagem de variância total explicada, na análise de variância multivariada (MANOVA) e coeficientes de correlação ( $r$ ) entre variáveis originais e os componentes principais.

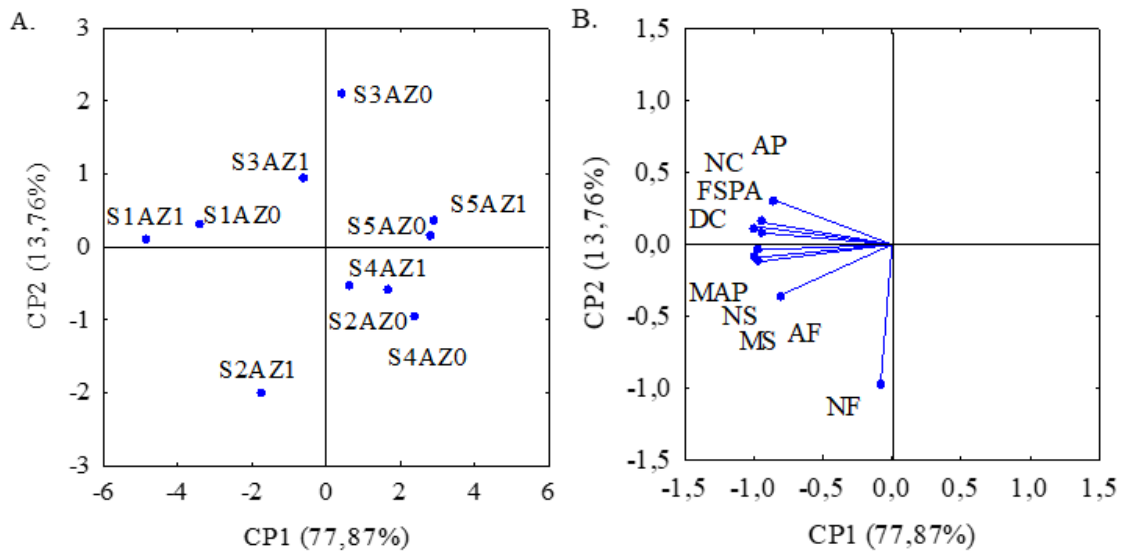
	Componentes principais								
	CP1	CP2							
Autovalores ( $\lambda$ )	7,01	1,24							
Porcentagem de variância total ( $S^2\%$ )	77,87	13,76							
Teste de Hotelling ( $T^2$ ) para condutividade elétrica da água (CEa)	0,01	0,01							
Teste de Hotelling ( $T^2$ ) para inoculação de <i>Azospirillum brasilense</i> (AZ)	0,01	0,01							
Teste de Hotelling ( $T^2$ ) para interação (CEa $\times$ AZ)	0,01	0,01							
CPs	Coeficiente de correlação							MS	MAP
	AP	DC	NF	AF	FSPA	NC	NS		
CP1	-0,85	0,95	-0,08	-0,81	-0,99	0,94	-0,97	-0,98	-0,99
CP2	0,31	0,08	-0,97	-0,35	0,13	0,15	-0,04	-0,12	-0,09
Tratamentos	Valores médios								
	AP	DC	NF	AF	FSPA	NC	NS	MS	MAP
S1AZ0	80,60	7,40	31,33	1816,2	14,00	7,67	190,17	19,13	13,98
S2AZ0	74,67	7,02	40,83	1136,6	10,24	6,33	152,67	14,15	10,36
S3AZ0	77,33	6,88	31,67	1088,9	9,45	7,00	168,50	14,56	9,80
S4AZ0	68,33	6,48	22,00	1047,1	6,65	5,50	143,17	12,32	8,59
S5AZ0	73,83	6,22	31,00	877,7	6,91	5,33	132,67	11,39	8,03
S1AZ1	83,85	7,82	30,17	2436,3	16,67	9,00	201,50	21,36	15,14
S2AZ1	73,17	7,40	57,00	1640,5	11,32	7,67	186,00	18,49	12,56
S3AZ1	74,71	7,38	20,17	1586,0	10,83	8,00	156,50	14,52	10,59
S4AZ1	68,33	6,80	33,67	1476,0	7,05	5,50	145,83	13,52	8,88
S5AZ1	65,83	6,77	25,17	893,8	6,60	5,67	128,33	11,29	7,75

S1 (0,4 dS m<sup>-1</sup>); S2 (3,1 dS m<sup>-1</sup>); S3 (4,1 dS m<sup>-1</sup>); S4 (5,1 dS m<sup>-1</sup>); S5 (7,1 dS m<sup>-1</sup>); AZ0 (sem inoculação de *Azospirillum brasilense*); AZ1 (inoculado com *Azospirillum brasilense*); AP (altura de planta - cm); DC (diâmetro de caule - mm); NF (número de folhas); AF (área foliar - cm<sup>2</sup>); FSPA (fitomassa seca da parte aérea - g por planta); NC (número de capulhos por planta); NS (número de sementes por planta); MS (massa de sementes - g por planta); MPA (massa de algodão em pluma - g por planta).

As projeções bidimensionais dos efeitos dos tratamentos e das variáveis no primeiro e segundo componente principal (CP1 e CP2) estão apresentadas na Figura 2A e 2B. No primeiro componente principal (CP1), foi identificado um processo caracterizado possivelmente pelo efeito da

interação entre os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e a inoculação de *Azospirillum brasilense*. Verifica-se que os coeficientes de correlação para a AP, DC, NF, AF, FSPA, NC, NS, MS e MAP foram superiores a 0,80 (Tabela 2).

**Figura 2.** Projeção bidimensional dos escores dos componentes principais para os fatores condutividade elétrica da água de irrigação (S) e inoculação de *Azospirillum brasilense* (AZ) (A) e das variáveis analisadas (B) nos dois componentes principais (CP1e CP2).



No componente principal 1, é possível notar que as plantas de algodão irrigadas com CEa de  $0,4 \text{ dS m}^{-1}$  e que tiveram suas sementes inoculadas com *Azospirillum brasilense* (S1AZ1) se destacaram em relação aos demais tratamentos, apresentando os maiores valores (Tabela 2) de AP (83,85 cm), DC (7,82 mm), AF ( $2436,6 \text{ cm}^2$ ), FSPA (16,67 g por planta), NC (9 capulhos), NS (201,5 sementes), MS (21,36 g) e MAP (15,14 g). Ao comparar os resultados obtidos nas plantas do tratamento S1AZ1 com as cultivadas sob S1AZ0, verifica-se aumento de 4,03% (3,25 cm); 5,68% (0,42 mm); 34,14% ( $620,1 \text{ cm}^2$ ); 19,07% (2,67 g); 17,34% (1,33 capulhos); 5,96% (11,33 sementes); 11,66% (2,23 g) e 8,30% (1,16 g) na AP, DC, AF, FSPA, NC, NS, MS e MAP, respectivamente.

A inoculação com *Azospirillum brasilense* também promoveu aumento na AF, FSPA, NC, NS, MS e MAP do algodoeiro irrigado com CEa de  $3,1 \text{ dS m}^{-1}$  (Tabela 2), demonstrando o efeito do *Azospirillum brasilense* na indução da tolerância a salinidade. Para o componente principal 2 (CP 2), nota-se que a inoculação

com *Azospirillum brasilense* promoveu aumento do número de folhas do algodoeiro irrigado com CEa de  $3,1 \text{ dS m}^{-1}$  (Tabela 2), obtendo o maior valor de NF (57).

O *Azospirillum brasilense* promove o crescimento das plantas por diferentes mecanismos, incluindo a síntese de fitohormônios (por exemplo, auxinas, citocininas e giberelinas) e outros compostos importantes, que contribuem para o desenvolvimento das raízes, favorecendo a absorção de água e nutrientes (FUKAMI *et al.*, 2018). Outra vantagem importante é sua capacidade de fixar nitrogênio nas raízes das plantas (NASCIMENTO *et al.*, 2023). O nitrogênio é um constituinte essencial de muitas biomoléculas, como enzimas, proteínas estruturais, ácidos nucleicos, porfirinas, alcalóides e N-glicosídeos, e desempenha um papel crucial em vários processos fisiológicos em plantas (LEGHARI *et al.*, 2016).

Devido à grande importância do nitrogênio, muitos estudos têm sido realizados visando maximizar a eficiência do uso do N pelas plantas, por meio da fixação biológica de nitrogênio (FBN) ou absorção

de nitrogênio pelo solo (SILVEIRA *et al.*, 2016). Neste sentido, a inoculação com *Azospirillum brasilense*, pode aumentar a mobilidade do nitrogênio (N), trazendo efeitos positivos para as plantas sobre estresse salino. Para Ashraf *et al.* (2018), a concentração adequada de nitrogênio pode contribuir para a maior síntese de compostos de baixo peso molecular, como glicina, betaína e prolina, que atuam como osmoprotetores de membrana e macromoléculas, os quais auxiliam no ajuste osmótico das plantas à salinidade.

Vale ressaltar, que a irrigação com CEa acima de 3,1 dS m<sup>-1</sup> afetou negativamente o crescimento e os componentes de produção do algodoeiro, independente da inoculação com *Azospirillum brasilense*. O estresse salino reduz a atividade dos íons em solução e altera os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta, causando consequentemente redução no crescimento e nos componentes de produção (SILVA *et al.*, 2022).

Resultados semelhantes foram observados em outros estudos com algodoeiro como por exemplo, Silva *et al.* (2020b) avaliando a produção de genótipos de algodoeiro (BRS Safira e BRS 368 RF) sob estresse salino (CEa variando de 1,5 a 7,5 dS m<sup>-1</sup>), verificaram que a irrigação com CEa a partir de 1,5 dS m<sup>-1</sup> causou reduções em todas as variáveis de produção analisadas. Já em pesquisa desenvolvida por Capitulino *et al.* (2020), foi constatado que a irrigação com água de condutividade elétrica acima de 1,5 dS m<sup>-1</sup> afetou negativamente o crescimento e a produção do algodoeiro de fibra colorida, sendo a massa de algodão em pluma a variável mais sensível ao estresse salino.

## 6 CONCLUSÃO

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação reduziu o crescimento e os componentes de produção do algodoeiro BRS 286. Entretanto, a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* mitigou os efeitos deletérios do estresse salino sobre a área foliar e os componentes de produção quando submetido a CEa de até 3,1 dS m<sup>-1</sup>. A irrigação com CEa de 0,4 dS m<sup>-1</sup> associado a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* resultou nos maiores valores de área foliar, fitomassa seca da parte aérea, número de capulhos, número de sementes, massa de sementes e massa de algodão em pluma.

## 7 REFERÊNCIAS

- ASHRAF, M.; SHAHZAD, S. M.; IMTIAZ, M.; RIZWAN, M. S.; ARIF, M. S.; KAUSAR, R. Nitrogen nutrition and adaptation of glycophytes to saline environment: a review. **Archives of Agronomy and Soil Science**, Bernburg, v. 64, n. 1, p. 1181-1206, 2018.
- ALGODÃO. **Acompanhamento da Safra Brasileira: grãos**, Brasília, DF, v. 11, n. 1, p. 26-35, out. 2023. Safra 2022/2023, Primeiro levantamento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>. Acesso em: 27 out. 2023.
- CAPITULINO, J. D.; AZEVEDO, C. A. V.; LIMA, G. S.; SILVA, A. A. R.; VELOSO, L. L. S. A.; GHEYI, H. R.; LIMA, V. L. A. Growth and production of colored fiber cotton (*Gossypium hirsutum* L.) subjected to salt stress and potassium fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 14, n. 10, p. 1595-1600, 2020.
- FAROUK, S.; ELHINDI, K. M.; ALOTAIBI, M. A. Silicon supplementation



- mitigates salinity stress on *Ocimum basilicum* L. via improving water balance, ion homeostasis, and antioxidant defense system. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v. 206, n. 1, e111396, 2020.
- FUKAMI, J.; OLLERO, F. J.; DE LA OSA, C.; VALDERRAMA-FERNANDEZ, R.; NOGUEIRA, M. A.; MEGÍAS, M.; HUNGRIA, M. Antioxidant activity and induction of mechanisms of resistance to stresses related to the inoculation with *Azospirillum brasilense*. **Archives of Microbiology**, Berlin, v. 200, n. 8, p. 1191-1203, 2018.
- GOVAERTS, B.; SAYRE, K. D.; LICHTER, K.; DENDOOVEN, L.; DECKERS, J. Influence of permanent raised bed planting and residue management on physical and chemical soil quality in rain fed maize/wheat systems. **Plant and Soil**, Perth, v. 291, n. 1, p. 39-54, 2007.
- GRIMES, D. W.; CARTER, L. M. A linear rule for direct nondestructive leaf area measurements. **Agronomy Journal**, Madison, v. 3, n. 1, p. 477-479, 1969.
- HAIR, F. J.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Tradução: Adonai Schlup Sant'Anna. Porto Alegre: Bookman. 2009. 688 p.
- HOTELLING, H.; EISENHART, C.; HASTAY, M. W.; WALLIS, W. A. **Multivariate quality control**. Techniques of statistical analysis. New York: John Wiley & Sons. 1947. 73 p.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, The Hague, v. 331, n. 1, p. 413-425, 2010.
- JIA, M. Z.; LI, Z. F.; HAN, S.; WANG, S.; JIANG, J. Effect of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid accumulation on *Verticillium dahliae* infection of upland cotton. **BMC Plant Biology**, Londres, v. 22, n. 1, p. 1-12, 2022.
- KAISER, H. F. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and Psychological Measurement**, Thousand Oaks, v. 20, n. 1, p. 141-151, 1960.
- LEGHARI, S. J.; WAHOCHO, N. A.; LAGHARI, G. M.; HAFEEZLAGHARI, A.; MUSTAFABHABHAN, G.; HUSSAINTALPUR, K.; LASHARI, A. A. Role of nitrogen for plant growth and development: A review. **Advances in Environmental Biology**, Rhineland-Palatinate, v. 10, n. 9, p. 209-219, 2016.
- NASCIMENTO, E. C. S.; SOUZA, A. R.; NASCIMENTO, R.; SILVA, A. A. R.; BEZERRA, C. V. C.; LIMA, R. F.; BATISTA, M. C. Co-inoculation with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* in cowpea under salt stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 27, n. 1, p. 3-8, 2023.
- NAZISH, T.; JAVAID, A.; ALI, M.; ZHU, Y.; LI, J.; ZHANG, H.; ALFATIH, A. *Thellungiella halophila* ST5 improves salt tolerance in cotton. **Journal of Cotton Research**, Nagpur, v. 5, n. 1, p. 1-12, 2022.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, DC: Department of Agriculture, 1954. 160 p.
- SILVA, J. S.; DIAS, N. S.; JALES, G. D.; RAGES, L. B. L.; FREITAS, J. M. C.; UMBELINO, B. F.; SÁ, F. V. S. Physiological responses and production of mini-watermelon irrigated with reject brine

in hydroponic cultivation with substrates. **Environmental Science and Pollution Research**, Bordeaux, v. 29, n. 8, p. 11116-11129, 2022.

SILVA, A. A. R.; LACERDA, C. N.; LIMA, G. S.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Morfofisiologia de genótipos de gergelim submetidos a diferentes estratégias de uso de água salina. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 42-55, 2021.

SILVA, R. S.; FARIAS, F. J.; TEODORO, P. E.; CAVALCANTI, J. J.; CARVALHO, L. P.; QUEIROZ, D. R. Phenotypic adaptability and stability of herbaceous cotton genotypes in the Semiarid region of the Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 24, n. 12, p. 800-805, 2020a.

SILVA, A. A. R.; PEREIRA, M. C. A.; VELOSO, L. L. S. A.; NASCIMENTO, R.; NASCIMENTO, E. C. S.; BEZERRA, C. V. C.; LIMA, R. F. Root biomass and production of cotton cultivars subjected to saline water irrigation. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 14, n. 6, p. 965-970, 2020b.

SILVEIRA, A. P. D.; SALA, V. M. R.; CARDOSO, E. J. B. N.; LABANCA, E. G.; CIPRIANO, M. A. P. Nitrogen metabolism and growth of wheat plant under diazotrophic endophytic bacteria inoculation. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 107, n. 1, p. 313-319, 2016.

SONI, S.; KUMAR, A.; SEHRAWAT, N.; KUMAR, A.; KUMAR, N.; LATA, C.; MANN, A. Effect of saline irrigation on plant water traits, photosynthesis and ionic balance in durum wheat genotypes. **Saudi Journal of Biological Sciences**, Riad, v. 28, n. 4, p. 2510-2517, 2021.

STATSOFT, Inc. **Programa computacional Statistica**. 7.0. E. A. U. 2004.

TARIQ, M.; YASMEEN, A.; AHMAD, S.; HUSSAIN, N.; AFZAL, M. N.; HASANUZZAMAN, M. Shedding of fruiting structures in cotton: factors, compensation and prevention. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, Mérida, v. 20, n. 2, p. 251-262, 2017.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.