

## Respostas fisiológicas de *Phaseolus lunatus* L. submetida à irrigação com água salina e adubação potássica

Physiological responses of *Phaseolus lunatus* L. submitted to irrigation with saline water and potassium fertilization

Respuestas fisiológicas de *Phaseolus lunatus* L. sometidos al riego con agua salina y fertilización potásica

Recebido: 23/07/2022 | Revisado: 06/08/2022 | Aceito: 09/08/2022 | Publicado: 18/08/2022

### **Thamillys do Nascimento Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2914-2235>  
Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
E-mail: thamiinasc@gmail.com

### **Karla Selene Forstall Sosa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4536-5367>  
Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
E-mail: karla\_forstall@hotmail.com

### **Valdeir de Souza Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7318-630X>  
Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
E-mail: valdeir.agronomo@hotmail.com

### **Mirelly Miguel Porcino**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4761-059X>  
Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
E-mail: mirellyagroufpb@hotmail.com

### **Roberto Tavares da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0004-2883-711X>  
Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
E-mail: roberto-r2.tavares@bol.com.br

### **Leonardo Vieira de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0712-8563>  
Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
E-mail: leoigt@hotmail.com

### **Magaly Morgana Lopes da Costa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0820-8346>  
Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
E-mail: magaly\_morgana@hotmail.com

### **Fábio Mielezski**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3409-2479>  
Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
E-mail: mfabioagro@gmail.com

### **Resumo**

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento da fava (*Phaseolus lunatus* L.) mediante diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e diferentes doses de adubação potássica. O experimento foi realizado na Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil. Foram utilizadas três condutividades elétricas da água de irrigação (0, 0,3 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>), três doses de adubação fosfatada (0; 30 e 60 kg de K<sub>2</sub>O). Foram analisadas: altura de planta e número de folhas, massa fresca da parte aérea da planta, massa fresca da raiz, massa seca da planta e massa seca das raízes. De acordo com os resultados foi observado que a adubação potássica induziu o aumento do número de folhas, no tratamento com 60 Kg ha<sup>-1</sup>. O incremento na sodicidade acarretou decréscimo de produção no nível de 6 dS m<sup>-1</sup>. A melhor produção de fava foi obtida com a dosagem 30 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Visto que, o incremento da salinidade da água de irrigação inibe o desenvolvimento fenológico da fava, pois dificulta a absorção do potássio pelas plantas, uma vez que esse nutriente é essencial para a produção de fitomassa. Dessa forma é possível concluir que, a água de irrigação salina com condutividade elétrica de 0,3 e 6,0 dS m<sup>-1</sup> inibe o desenvolvimento fenológico da fava. A dose de 30 t ha<sup>-1</sup> de potássio favoreceu o incremento da massa da matéria fresca e seca da fava.

**Palavras-chave:** Condutividade elétrica; Fava; Matéria seca; Sodicidade.

## Abstract

The objective of this work was to evaluate the development of fava beans (*Phaseolus lunatus* L.) under different levels of irrigation water salinity and different doses of potassium fertilization. The experiment was carried out at the Federal University of Paraíba, Areia, Paraíba, Brazil. Three electrical conductivities of irrigation water (0, 0.3 and 6.0 dS m<sup>-1</sup>) and three doses of phosphate fertilization (0, 30 and 60 kg of K<sub>2</sub>O) were used. The following were analyzed: plant height and number of leaves, fresh mass of the aerial part of the plant, fresh mass of the root, dry mass of the plant and dry mass of the roots. According to the results, it was observed that potassium fertilization induced an increase in the number of leaves, in the treatment with 60 kg ha<sup>-1</sup>. The increase in sodicity led to a decrease in production at the level of 6 dS m<sup>-1</sup>. The best bean production was obtained with the dosage of 30 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Since the increase in the salinity of the irrigation water inhibits the phenological development of the fava bean, as it makes it difficult for the plants to absorb potassium, since this nutrient is essential for the production of phytomass. Thus, it is possible to conclude that saline irrigation water with electrical conductivity of 0.3 and 6.0 dS m<sup>-1</sup> inhibits the phenological development of the fava bean. The dose of 30 t ha<sup>-1</sup> of potassium favored the increase in the mass of fresh and dry bean matter.

**Keywords:** Dry matter; Electrical conductivity; Fava; Sodicity.

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el desarrollo de habas (*Phaseolus lunatus* L.) bajo diferentes niveles de salinidad del agua de riego y diferentes dosis de fertilización potásica. El experimento fue realizado en la Universidad Federal de Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil. Se utilizaron tres conductividades eléctricas del agua de riego (0, 0,3 y 6,0 dS m<sup>-1</sup>) y tres dosis de fertilización fosfatada (0, 30 y 60 kg de K<sub>2</sub>O). Se analizaron: altura de la planta y número de hojas, masa fresca de la parte aérea de la planta, masa fresca de la raíz, masa seca de la planta y masa seca de las raíces. De acuerdo a los resultados, se observó que la fertilización potásica indujo un incremento en el número de hojas, en el tratamiento con 60 kg ha<sup>-1</sup>. El aumento de la sodicidad provocó una disminución de la producción al nivel de 6 dS m<sup>-1</sup>. La mejor producción de frijol se obtuvo con la dosis de 30 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Ya que el aumento de la salinidad del agua de riego inhibe el desarrollo fenológico de la haba, pues dificulta que las plantas absorban el potasio, ya que este nutriente es fundamental para la producción de fitomasa. Así, es posible concluir que el agua de riego salina con conductividad eléctrica de 0.3 y 6.0 dS m<sup>-1</sup> inhibe el desarrollo fenológico del haba. La dosis de 30 t ha<sup>-1</sup> de potasio favoreció el aumento de la masa de materia fresca y seca del frijol.

**Palabras clave:** Conductividad eléctrica; Fava; Materia seca; Sodicidad.

## 1. Introdução

A fava ou feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) é uma leguminosa da família Fabaceae, apresenta elevada diversidade genética, adaptabilidade e rusticidade as condições do semiárido. Atualmente é considerada a segunda espécie de *Phaseolus* de maior importância econômica, perdendo apenas para o feijão-comum (Jacinto Junior et al., 2019; Soares et al., 2021). O cultivo da fava é uma das principais fontes de alimento e renda para a agricultura familiar no Brasil, sendo consumida na forma de grãos maduros, verdes e/ou secos. Os grãos apresentam elevado valor nutricional, além de importantes propriedades por ser fonte de ferro, manganês, vitamina A, B e C, fibras e proteínas (Soares et al., 2021).

Na maioria dos estados brasileiros a fava é cultivada, apresentando uma grande importância econômica e social. Nesse contexto, essa cultura, chegou a produzir um montante de 16.625 toneladas na safra 2020, com destaque para os estados da região Nordeste, onde o Ceará e Paraíba são os maiores produtores de fava, responsáveis por mais de 50% da produção nacional. A Paraíba produziu na safra 2020, um quantitativo de 4.353 toneladas (IBGE, 2022). Porém seu cultivo ainda é realizado por pequenos agricultores familiares que utilizam preferencialmente variedades crioulas (Jeronimo et al., 2019).

Apesar dessa cultura apresentar um elevado potencial produtivo alguns fatores impedem que esse potencial seja expresso de maneira efetiva. Dentre eles se destacam problemas relacionado a utilização de tecnologias, manejo de adubação e salinidade dos solos. Nas regiões semiáridas a salinidade do solo limita o cultivo de espécies de importância econômica, afetando diretamente a germinação das sementes, dificultando a absorção de água e causando toxicidade. Para mitigar os efeitos causados pelo acúmulo de sais, alguns métodos são utilizados para determinar a tolerância das plantas ao excesso de sais, como por exemplo, a utilização de substratos salinos (Magalhães et al., 2021).

Esse método consiste na simulação de estresses por sais que possibilita a avaliação dos limites de tolerância tanto da sobrevivência quanto da adaptação dessas espécies às condições de estresses naturais do semiárido brasileiro. É importante

ressaltar que, o excesso de sais no solo compromete os processos fisiológicos das plantas, ocasionando o fechamento parcial dos estômatos, limitando a concentração interna do CO<sub>2</sub>, reduzindo a taxa fotossintética e transpiração (Magalhães et al., 2021).

Plantas sob estresse salino têm o funcionamento metabólico e fisiológico comprometido. É sabido que o estresse salino pode ser atenuado quando associada à adubação potássica, promove redução na relação Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> e favorece o aumento na produção de biomassa, maior conteúdo de clorofila, trocas gasosas e atividades de enzimas antioxidantes (Abbasi et al., 2016). O potássio (K) tem papel importante no mecanismo de osmose e abertura estomática auxiliando as relações hídricas das plantas, além de proporcionar incrementos na matéria seca, na área foliar e no diâmetro de caule (Soares et al., 2021). Diante o exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento da fava (*Phaseolus lunatus* L.) mediante diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e diferentes doses de adubação potássica como atenuante do estresse salino.

## 2. Metodologia

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, pertencente ao setor de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em Areia- PB (06° 57'29,88" S, 35° 45'32,23" W, altitude 578 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As', tropical semiúmido (Brasil, 1972). Os tratamentos foram compostos de três condutividades elétricas da água de irrigação CE<sub>a</sub> (0, 0,3 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>), três doses de adubação potássica (0; 30 e 60 kg de K<sub>2</sub>O) (Cavalcante et al., 2010).

Para o experimento foram utilizadas sementes da variedade de fava Cara Larga, que foram dispostas em vasos plásticos com capacidade volumétrica de 5 litros, preenchidos com solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, (Embrapa, 2013), oriundo da estação experimental da Chã de Jardim, Areia-PB. Foram colocadas três sementes em cada vaso a uma profundidade de dois centímetros. O desbaste foi realizado 15 dias após o plantio, deixando-se somente a planta mais vigorosa. Após isso, foram aplicados os tratamentos referentes ao manejo de irrigação com as diferentes condutividades elétricas. As águas utilizadas para irrigação das plantas foram oriundas de reservatórios do CCA/UFPB com CE<sub>a</sub> ≤ 0,5 dS m<sup>-1</sup>. A partir dessa água foram formuladas as concentrações de sais pela adição de complexo salino (Oliveira et al., 2017). Para isso foi utilizado condutivímetro portátil microprocessado

Foram realizadas aos 30 dias após plantio (DAP) as avaliações das variáveis: altura de plantas (ALT), medida a partir do colo da planta até a última inserção foliar, com auxílio de régua graduada em cm; número de folhas (NFO), contando-se todas as folhas de cada planta; essas avaliações continuaram a ser realizadas a cada 15 dias até os 45 DAP.

Após esse período foram mensuradas as variáveis: massa fresca da parte aérea (MFP) e massa fresca da raiz (MFR), onde as plantas foram cortadas 5 cm do solo em cada tratamento e foram pesados imediatamente em balança de precisão (0,001g) para determinação da biomassa verde. Após a pesagem das massas frescas os materiais foram acondicionados separadamente em sacos de papel, devidamente identificados e postos para secar em estufa de circulação de ar forçado, sob temperatura de 65°C, por 72h para perda da umidade e estabilização da biomassa seca. Passados as 72h foi determinado à massa seca da planta (MSP) e massa seca das raízes (MSR).

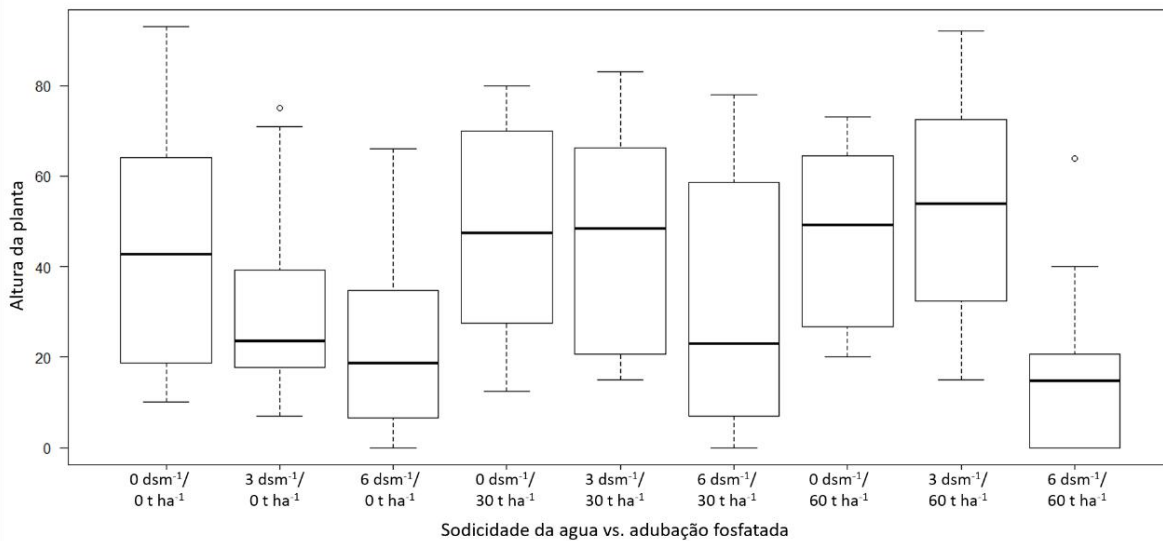
O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo fatorial 3x3x4, três condutividades elétricas da água de irrigação CE<sub>a</sub>, três doses de adubação potássica e 4 repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05), utilizando-se o software livre R (R Core Team 2020).

## 3. Resultados e Discussão

Com a análise dos resultados, verificou-se que houve efeito significativo na altura das plantas, onde as doses que

apresentaram destaque de maior interação foram 3  $\text{dsm}^{-1}$  e adubação 60  $\text{Kg ha}^{-1}$ , proporcionando maior crescimento. No entanto, a aplicação das maiores dosagens, tanto de sódio como de potássio (6  $\text{dsm}^{-1}$  e 60  $\text{t ha}^{-1}$ ), dificultaram a absorção de potássio, fazendo com que as plantas tivessem um menor crescimento, comparado com os demais tratamentos (Figura 1). Tal resultado pode ser justificado, pelo excesso de sais que retarda o crescimento e a produtividade das plantas, e devido ao estresse que atinge as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas causando distúrbios nas relações hídricas (Campos, Santos e Nacarath 2021). De acordo com Magalhães et al., 2021, em condições de estresse salino, ocorre o fechamento dos estômatos, reduzindo a taxa fotossintética, causando alterações morfológicas, diminuindo o crescimento das espécies e podendo obter uma menor taxa de biomassa.

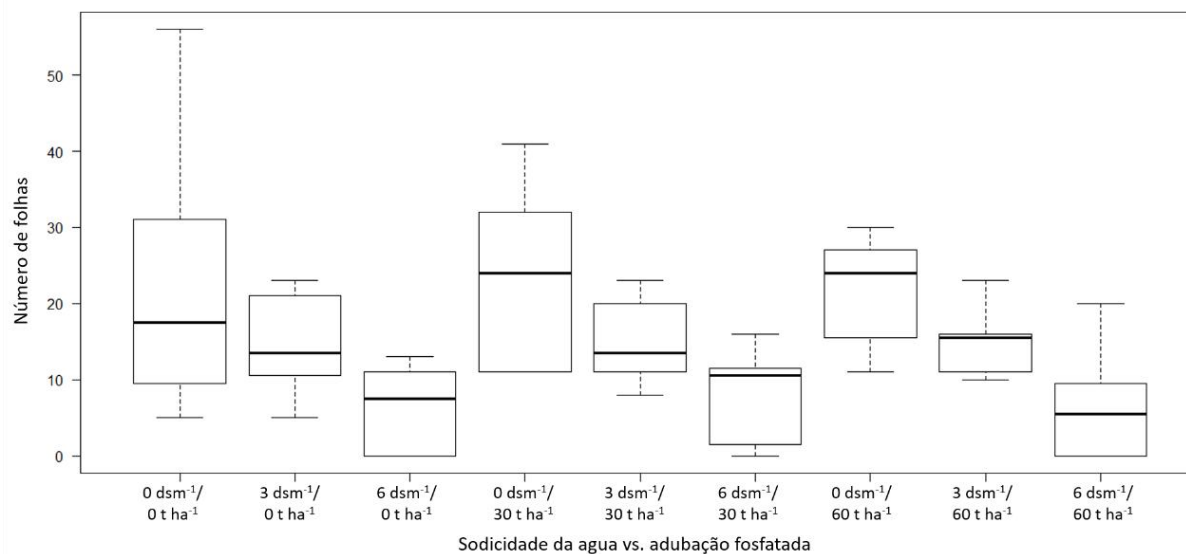
**Figura 1.** Altura das plantas de *Phaseolus lunatus* L. em função da sodicidade da água vs. Adubação fosfatada.



Fonte: Autores (2022).

Com relação ao número de folhas (Figura 2), constatou-se que as plantas de feijão reagiram negativamente ao acréscimo da sodicidade da água (6  $\text{dS m}^{-1}$ ), tal efeito pode ser justificado devido a quantidade de sais presente na água ter causado estresse nas plantas, uma vez as plantas tendem a diminuir o número de folhas ao passar por estresses, sendo um mecanismo de defesa que desvia os fotoassimilados para o ajuste osmótico (Campos et al., 2021). Quando a planta é exposta a algum tipo de estresse ela pode sofrer modificações na sua morfologia, com o intuito de manter suas reservas hídricas e deste modo expressar sua sensibilidade ao estresse salino (Shooshtari et al., 2020).

**Figura 2.** Número de folhas nas plantas de *Phaseolus lunatus* L. em função da sodicidade da água e adubação fosfatada.

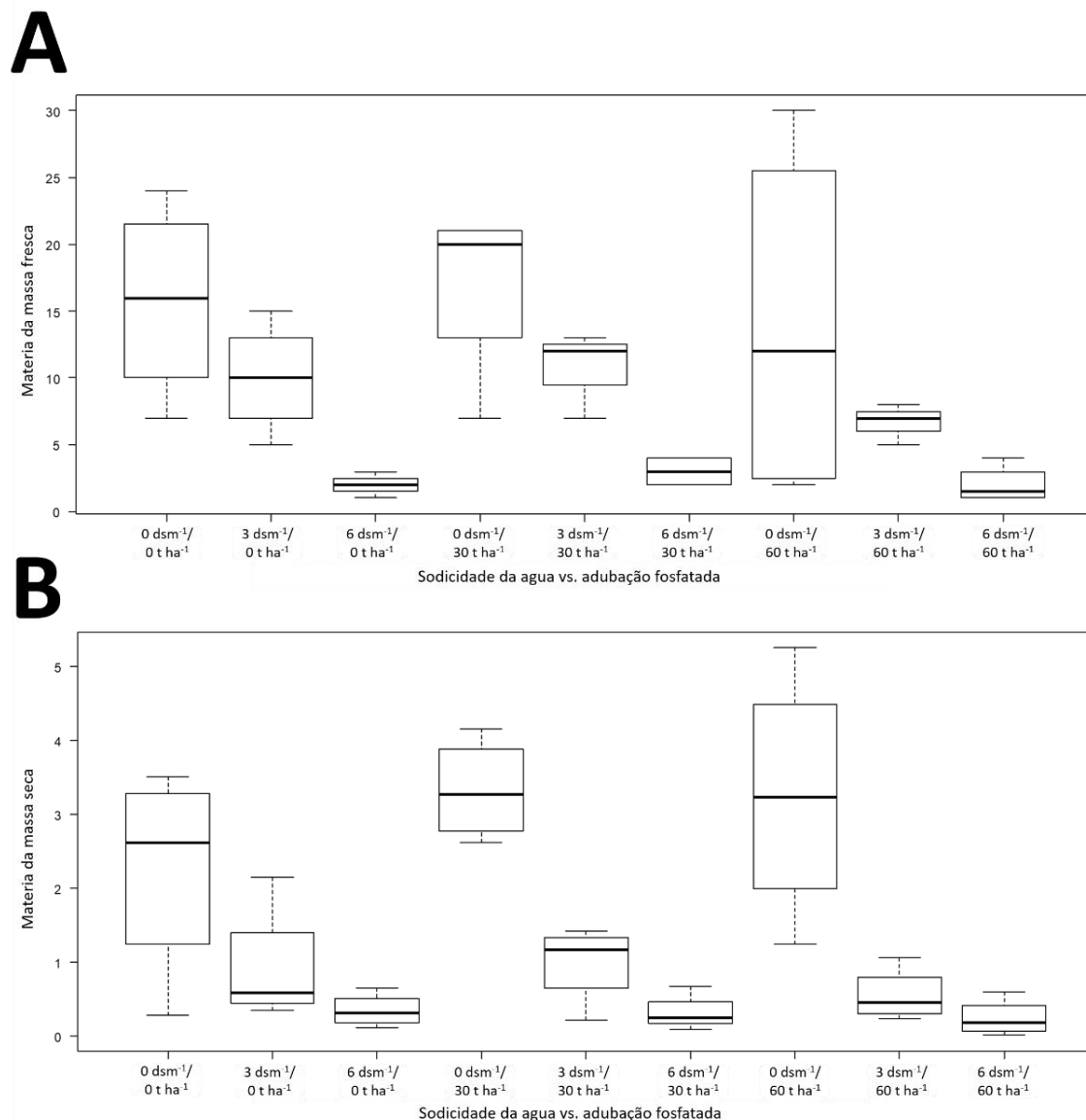


Fonte: Autores (2022).

A adubação potássica induziu o aumento do número de folhas (Figura 2), onde obteve um maior aumento no tratamento em que se utilizou 60 kg ha<sup>-1</sup>. Esse resultado pode ser explicado, pela ação do potássio fornecido no solo possibilitar que as plantas principalmente as leguminosas como a fava, possam expressar todo o seu potencial produtivo, uma vez que, esse elemento é considerado essencial em processos fisiológicos, promovendo a manutenção do equilíbrio iônico e turgor celular, possibilitando dessa forma maior resistência da planta a estresses abióticos como o estresse salino (Soares et al., 2021; Hasanuzzaman et al., 2018).

Ao analisar a massa verde e seca (Figura 3 A e B) verificou-se que o incremento na sodicidade afetou o acúmulo da fitomassa, observando-se maior decréscimo de produção no nível de 6 dS m<sup>-1</sup>, independente das dosagens de potássio. No entanto, a melhor produção foi obtida com a dosagem 30 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O quando aplicado isoladamente. Tais resultados demonstram que a quantidade de sais dificultou a absorção do potássio pelas plantas, ressaltando a essencialidade desse nutriente para a produção de fitomassa. Com isso, a planta desvia sua energia para ativar e manter a atividade metabólica associada a adaptação da salinidade refletindo na diminuição na produção de fitomassa (Souza et al., 2016).

**Figura 3.** Acúmulo de massa da matéria verde (A) e seca (B) na parte aérea em fava cv. Cara larga de rama, em relação à Sodicidade da água e adubação fosfatada.



Fonte: Autores (2022).

Águas salinas para irrigação, ou do solo, provocam toxidez na planta, assim como desbalanços nos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , o que afeta no desenvolvimento da cultura, e consequente diminuição na produção de matéria fresca e seca. Além disso, a salinidade presente na água ou no solo interfere diretamente em vários outros processos naturais das plantas como: processos fisiológicos (fotossíntese e respiração celular); além de provocar alterações nas funções enzimáticas e no metabolismo das plantas (Pinheiro et al., 2022).

O potássio desempenha papel vital nas funções reguladoras contribuindo para o crescimento e desenvolvimento adequado das plantas, porém quando são submetidas a algum estresse ambiental severo, como estresse salino, a quantidade de potássio endógeno não é suficiente para superar seu impacto nocivo. Portanto, a aplicação exógena de potássio pode diminuir as respostas ao estresse, aumentar a produção de enzimas antioxidantes, que atuam diretamente na regulação do funcionamento normal da planta sob estresse. Ainda há necessidade de mais pesquisas para avaliar o mecanismo desse íon na resiliência das plantas ao estresse salino, e para compreender associação do potássio com outros minerais em plantas sob estresse de

diferentes ambientes, bem como planejar recomendações doses apropriadas de potássio dependendo dos fatores da planta sob estresse e do solo (Jhonson et al., 2022).

#### 4. Conclusão

A água de irrigação salina com condutividade elétrica de 0,3 e 6,0 dS m<sup>-1</sup> inibe o desenvolvimento fenológico da fava.

A dose de 30 t ha<sup>-1</sup> de potássio favoreceu o incremento da massa da matéria fresca e seca da fava.

O estresse salino não é atenuado pelo efeito da adubação potássica nas plantas de fava.

#### Referências

- Abbasi, H., Jamil, M., Haq, A., Ali, S., Ahmad, R. & Parveen, Z. M. (2016). Salt stress manifestation on plants, mechanism of salt tolerance and potassium role in alleviating it: a review. *Zemdirbyste-Agriculture*, 103 (2), 229-238.
- Brasil. Ministério da Agricultura. 1972. Equipe de pedologia e fertilidade do solo. Divisão de Agrologia - SUDENE. Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do estado da Paraíba. (Boletim técnico, 15). Rio de Janeiro: MA/CONTA/USAID/SUDENE.
- Campos, A. J. M., Santos, S. M. & Nacarath, I. R. F. F. (2021). Estresse hídrico em plantas: uma revisão. *Research, Society and Development*, 10 (15), e311101523155-e311101523155.
- Cavalcante, L. F., Vieira, M. D. S., Santos, A. D., Oliveira, W. D. & Nascimento, J. D. (2010). Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32, 251-261.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa (2013). Agropecuária. *Sistema brasileiro de classificação de solos*, Brasília: EMBRAPA.
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Nahar, K., Hossain, M. S., Mahmud, J. A., Hossen, M. S., Masud, A. A. C., Moumita & Fujita, M. (2018). Potassium: a vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. *Agronomy*, 8 (3), 31.
- Ibge. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022). *Produção Agrícola Municipal*. <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/fava/br>.
- Jacinto Júnior, S. G., Moraes, J. G. L., Silva, F. D. B., Silva, B. N., Sousa, G. G., Oliveira, L. L. B. & Mesquita, R. O. (2019). Respostas fisiológicas de genótipos de fava (*Phaseolus lunatus* L.) submetidas ao estresse hídrico cultivadas no Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 34 (3), 413-422.
- Johnson, R., Vishwakarma, K., Hossen, M. S., Kumar, V., Shackira, A. M., Puthur, J. T., Abdi, G., Sarraf, M. & Hasanuzzaman, M. (2022). Potassium in plants: Growth regulation, signaling, and environmental stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry*, 172, 56-69.
- Magalhães, C. L., Rodrigues, V. S., Santos, S. O., Cambissa, P. B. C., Baldér, B. & Sousa, G. G. (2021). Adubação nitrogenada e estresse salino na cultura da fava. *Revista Brasileira De Agricultura Irrigada*, 15, 58-64.
- Oliveira, F. A., Oliveira, M. K. T., Lima, L. A.; Alves, R. C., Régis, L. R. L. & Santos, S. T. (2017) Estresse salino e biorregulador vegetal em feijão caupi. *Irriga*, 22, 314-329.
- Pinheiro, F. W. A., Lima, G. S. D., Gheyi, H. R., Soares, L. A. D. A., Nobre, R. G. & Fernandes, P. D. (2022). Estratégias de irrigação com água salobra e adubação potássica no cultivo de maracujazeiro amarelo. *Ciência e Agrotecnologia*, 46, e022621.
- R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Core Team, Vienna, Austria.
- Soares, L. A. A., Medeiros, T. L. F., Colman, V. C. G., Palmeira, I. V. S., Silva, I. J. & Moreira, R. C. L. (2021) Estratégias de irrigação com déficit hídrico nos estádios fenológicos do feijão-caupi sob adubação potássica. *Irriga*, 26 (1), 111-122.
- Shoostari, F. Z., Soury, M. K., Hasandokht, M. R. & Jari, S. K. (2020). Glycine mitigates fertilizer requirements of agricultural crops: case study with cucumber as a high fertilizer demanding crop. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 7 (1), 1-10.