

Efeito da aplicação de silício na germinação de sementes de pimenta sob estresse salino

Effect of silicon application on the germination of pepper seeds under salt stress

Efecto de la aplicación de silicio en la germinación de semillas de pimienta bajo estrés salino

Recebido: 09/06/2020 | Revisado: 19/06/2020 | Aceito: 22/06/2020 | Publicado: 02/07/2020

Carla Medianeira Giroletta dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6746-3443>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: carlagiroletta@icloud.com

Viviane Wruck Trovato

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4113-7359>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: viviane.wruck.trovato@gmail.com

Adriana Morais do Nascimento Matos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3702-2348>

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: adriana.nascimentomatos@gmail.com

Gilson Domingos do Mar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2198-9909>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: gilsondomar@hotmail.com

Denise Prevedel Capristo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8906-3726>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: denise_prevedel@hotmail.com

Jeferson Antonio dos Santos Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5809-2997>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: jads.silva@hotmail.com

Bruna Neves Pereira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8582-7282>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

Resumo

O objetivo do presente estudo foi de avaliar a germinação de sementes de Naga Jolokia (*Capsicum chinense* Jacq.) sob estresse salino com efeito da aplicação de doses de silício. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com nove tratamentos (doses de cloreto de sódio associados com Silício) e quatro repetições, constando de 36 unidades experimentais. Para o estresse salino foi empregado concentrações de cloreto de sódio nas doses de 0; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹, e como fonte de silício utilizou-se dióxido de silício, sendo aplicadas as seguintes doses: 0, 30 e 60 g de silício 100 kg sementes⁻¹. As variáveis analisadas foram plântulas anormais, plântulas mortas, germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e de raiz e massa fresca e seca. Os resultados da análise de variância evidenciaram diferença significativa para os tratamentos ($P>0,05$), para as variáveis plântulas anormais, plântulas mortas, germinação, índice de velocidade de emergência e massa seca de plântula, indicando efeito positivo da aplicação do silício, concluindo que condições de elevada salinidade, influenciam de forma negativa as variáveis observadas, porém, nos tratamentos com salinidade a adição de silício ajuda a atenuar o estresse na planta.

Palavras-chave: *Capsicum chinense* Jacq; Naga Jolokia; Salinidade.

Abstract

The aim of the present study was to evaluate the germination of Naga Jolokia seeds (*Capsicum chinense* Jacq.) Under salt stress with the effect of applying silicon doses. The experimental design used was entirely random, with nine treatments (doses of NaCl associated with Silicon) and four replications, consisting of 36 experimental units. For salt stress, sodium chloride concentrations were used at doses of 0; 3.5 and 4.5 dS m⁻¹, and silicon dioxide was used as the source of silicon, with the following doses being applied: 0, 30 and 60 g of silicon 100 kg seeds⁻¹. The analyzes performed were abnormal seedlings, dead seedlings, germination, germination speed index, shoot and root length and fresh and dry mass. The results of the analysis of variance showed a significant difference for treatments ($P>0.05$), for abnormal seedlings, dead seedlings, germination, emergence speed index and seedling dry mass, indicating a positive effect of silicon application, concluding that conditions of high salinity, negatively influence the observed variables, however, in treatments with salinity the addition of silicon helps to attenuate the stress in the plant.

Keywords: *Capsicum chinense* Jacq; Naga Jalokia; Salinity.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar la germinación de las semillas de Naga Jolokia (*Capsicum chinense* Jacq.) Bajo estrés salino con el efecto de aplicar dosis de silicio. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con nueve tratamientos (dosis de NaCl asociadas con silicio) y cuatro repeticiones, que consta de 36 unidades experimentales. Para el estrés salino, se usaron concentraciones de cloruro de sodio a dosis de 0; 3,5 y 4,5 dS m⁻¹, y se utilizó dióxido de silicio como fuente de silicio, con las siguientes dosis aplicadas: 0, 30 y 60 g de silicio 100 kg semillas⁻¹. Los análisis realizados fueron plántulas anormales, plántulas muertas, germinación, índice de velocidad de germinación, longitud del tallo y raíz y masa fresca y seca. Los resultados del análisis de varianza mostraron una diferencia significativa para los tratamientos ($P > 0,05$), para plántulas anormales, plántulas muertas, germinación, índice de velocidad de emergencia y masa seca de plántulas, lo que indica un efecto positivo de la aplicación de silicio. concluyendo que las condiciones de alta salinidad influyen negativamente en las variables observadas, sin embargo, en los tratamientos con salinidad, la adición de silicio ayuda a atenuar el estrés en la planta.

Palabras clave: *Capsicum chinense* Jacq; Naga Jolokia; Salinidad.

1. Introdução

Naga Jolokia (*Capsicum chinense* Jacq) também conhecida como King Chilli, Bhut Jolokia, Ghost Chilli é uma pimenta híbrida interespecífica de *Capsicum chinense* e *Capsicum frutescens* (Stipcovich et al., 2018). É extensivamente cultivada na região nordeste da Índia (Barik et al., 2017) sendo considerada uma das culturas de grande valor econômico da família Solanaceae, devido a sua ampla utilização em especiarias, corantes e uso medicinal (Nath et al., 2016).

No Brasil essa cultura tem sido amplamente cultivada nas diversas regiões do país, o que é atribuído ao seu alto valor econômico. Entretanto, faltam informações quanto às técnicas adequadas de manejo e produção nas diferentes regiões, o que pode comprometer a sua produtividade.

O uso de silício na agricultura aumentou consideravelmente nos últimos anos, devido aos vários benefícios conferidos as plantas, como o aumento da produtividade, maior tolerância a ataques de pragas e doenças, amenização dos efeitos de excesso de metais pesados e tolerância ao estresse salino e hídrico (Menegale et al., 2015). E, embora se tenha grande aplicação desse composto em outras culturas, faltam informações quanto ao efeito do

silício sobre a produção e qualidade de sementes de pimentas, principalmente, em condições de salinidade.

A salinidade é um dos principais fatores de estresse abiótico para as plantas, podendo reduzir sua produtividade, pois, afetam seus processos fisiológicos e bioquímicos (Lemes et al., 2018). Altas concentrações de sais tornam-se um fator estressante por reduzirem o potencial osmótico, proporcionando a ação dos íons sobre o protoplasma das células dos vegetais, comprometendo, assim, o seu crescimento. Entretanto, os efeitos dos sais dependerão também de outros fatores, como a espécie, os tipos de sais, concentração e duração do estresse salino, manejo da cultura, condições edafoclimáticas, entre outros (Taiz et al., 2017).

Devido ao aumento do cultivo da Naga Jolokia no Brasil e a falta de informações quanto ao seu manejo e produção, o presente estudo teve, o objetivo de avaliar a germinação de sementes de *Capsicum chinense* Jacq sob estresse salino com efeito da aplicação de doses de silício.

2. Metodologia

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no período de abril a maio de 2019. Utilizou-se sementes de Naga Jolokia (*Capsicum chinense* Jacq.), com porte semi-ereto, com sistema radicular vigoroso e ciclo de 90 dias. Frutos na coloração vermelha brilhante quando maduros, com tamanho de 2,5 a 7,0, pesando de 15 a 20 g. O lote de sementes utilizado no experimento foi obtido na safra 2018, em Farroupilha, RS, com 78% de germinação e 99,9% de pureza.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com nove tratamentos (doses de NaCl associados com Silício) e quatro repetições, constando de 36 unidades experimentais. Como fonte de silício utilizou-se óxido de silício, sendo aplicadas as seguintes doses: 0, 30 e 60 g de silício 100 kg sementes⁻¹, para isso, considerando que o dióxido de silício possui 47% de silício, foi utilizado o equivalente a 0; 64 e 128 g. Para a concentração salina utilizou-se Cloreto de Sódio (NaCl) nas doses de 0; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ por litro de água, obtidos através de diluições de NaCl em água destilada.

Os tratamentos foram dispostos em: T1: 0 dS m⁻¹ de NaCl x 0 silício; T2: 0 dS m⁻¹ de NaCl x 64 g silício; T3: 0 dS m⁻¹ de NaCl X 128 g silício; T4: 3,5 dS m⁻¹ de NaCl x 0 silício; T5: 4,5 dS m⁻¹ de NaCl x 0 silício; T6: 3,50 dS m⁻¹ de NaCl x 64 g silício; T7: 3,50 dS m⁻¹ de

NaCl X 128 g silício; T8: 4,50 dS m⁻¹ de NaCl x 64 g silício; T9: 4,50 dS m⁻¹ de NaCl x 128 g silício.

Para os tratamentos com silício procedeu-se com diluição das doses de silício em água destilada, realizando imersão das sementes por 20 minutos, para cada respectivo tratamento. Já as doses de NaCl foram aplicadas nos respectivos tratamentos após o umedecimento do papel germitest® com água destilada.

As sementes foram avaliadas pelos testes de germinação realizados sobre papel Germitest®, umedecido ao equivalente de 2,5 vezes a massa do papel seco, no interior de caixas de germinação do tipo gerbox, acondicionadas em câmara de germinação do tipo BOD regulada a 25 °C com luz contínua, utilizando-se quatro repetições de 50 sementes (Brasil, 2009).

As avaliações foram realizadas ao 14º dia após a instalação do teste, registrando-se a porcentagem de germinação, levando-se em consideração a formação de plântulas normais (parte aérea e sistema radicular desenvolvido); Índice de velocidade de germinação: calculado pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a sementeira e a germinação, de acordo com a fórmula de Maguire (1962): $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn/Nn)$, em que: IVG = índice de velocidade de germinação, G1, G2, G3,..., Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem; N1, N2, N3,..., Nn = número de dias da sementeira à primeira, segunda, terceira e última contagem.

Comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CPR): no laboratório a sementeira foi realizada em caixas do tipo gerbox, em substrato umedecido ao equivalente de 2,5 vezes a massa do papel seco, utilizando-se quatro repetições de dez e 50 sementes para o substrato sobre papel. Os substratos foram mantidos em câmara de germinação do tipo BOD nas mesmas condições requeridas para o teste de germinação, avaliando-se, ao final de 14º dia, com auxílio de régua graduada em milímetros, sendo o comprimento da raiz determinado pela subtração do comprimento total pelo comprimento da parte aérea. Os comprimentos médios total de plântulas, parte aérea e raiz, foram obtidos somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas avaliadas, com os resultados expressos em centímetros.

Massa seca de plântula total: obtida a partir das plântulas secas em estufa regulada a 60°C por 48 horas, até obter-se a massa seca de plântula constante, medida em balança analítica de precisão (0,0001g). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

Os dados foram transformados para $\sqrt{(x+1)}$ e, em seguida, submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para a verificação da normalidade dos resíduos e ao teste de Bartlett para

verificação da homogeneidade entre as variâncias. Atendidos esses pressupostos prosseguiu-se com a análise de variância (ANOVA) e, quando observada diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância encontram-se na Tabela 1, os quais evidenciaram diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$), para as variáveis plântulas anormais (PLA), plântulas mortas (PLM), porcentagem de germinação (GER%), índice de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem de massa seca de plântula (MS%).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis plântulas anormais (PLA), plântulas mortas (PLM), porcentagem de germinação (GER%), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CPR), peso verde total (PVT) e porcentagem de massa seca de plântula (MS%). Dourados, MS (2020).

F.V.	GL	PLA	PLM	GER%	IVG	CPA	CPR	PVT	MS%
Tratamento	8	7,86**	9,19**	10,60**	0,436**	0,050 ^{ns}	0,078 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,753*
Resíduo	27	0,17	0,117	0,064	0,017	0,018	0,030	0,000	0,200
CV (%)	-	14,0	10,89	2,88	5,97	7,03	8,75	0,28	7,14

Teste F: **, * e ns – significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente. F.V: fonte de variação, GL: graus de liberdade, CV: coeficiente de variação. Fonte: Os autores.

Na Tabela 2 podemos observar que os tratamentos sem adição de NaCl com doses de 64 e 1,28 g de silício apresentaram menor número de plantas anormais. Já os tratamentos com altas concentrações salinas (3,50 e 4,50 dS m⁻¹ de NaCl) e sem aplicação de silício apresentaram maior número de plantas anormais, quando comparado aos tratamentos com adição de silício e com doses de NaCl, podendo-se inferir o efeito benéfico do silício nas estruturas das plântulas devido a superação de possíveis estresses bióticos e abióticos.

De acordo com Taiz et al. (2017), o silício no interior das plantas apresenta forma de sílica amorfa hidratada, sendo alocado nas células, mais precisamente no retículo endoplasmático, na parede celular e espaços intercelulares. Dessa forma, ele constitui complexos de polifenóis que possibilitam à planta maior lignificação de sua parede celular,

sendo observada maior resistência das plantas a toxicidade, superação de estresses e de infecções fúngicas.

Tabela 2. Plântulas anormais (PLA), plântulas mortas (PLM), porcentagem de germinação (GER%), índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de massa seca de plântula (MS%). Dourados, MS (2020).

Tratamentos	PLA	PLM	GER%	IVG	MS
T1- 0% dS m ⁻¹ de NaCl x 0% Si.	1,45 ab	1,98 b	9,14 bc	2,23 ab	6,68 ab
T2- 0% dS m ⁻¹ de NaCl x 64 g. Si.	1,30 a	1,64 ab	9,58 ab	2,28 a	6,44 ab
T3- 0% dS m ⁻¹ de NaCl x 1,28 g. Si.	1,25 a	1,10 a	9,98 a	2,54 a	6,92 a
T4- 3,5 dS m ⁻¹ de NaCl x 0 Si.	3,46 c	3,86 c	6,94 c	1,90 b	5,80 b
T5- 4,5 dS m ⁻¹ de NaCl x 0 Si.	6,23 d	6,53 d	4,59 d	1,41 c	5,82 b
T6- 3,5 dS m ⁻¹ de NaCl x 64 g.Si.	2,47 bc	2,35 b	8,56 ab	2,10 b	6,20 ab
T7- 3,5 dS m ⁻¹ de NaCl x 1,28 g. Si.	1,78 ab	2,28 b	8,72 ab	2,17 ab	6,34 ab
T8- 4,5 dS m ⁻¹ de NaCl x 64 g. Si.	3,14 c	3,30 c	7,54 c	1,87 b	5,91 ab
T9- 4,5 dS m ⁻¹ de NaCl x 1,28 g. Si.	3,11 c	3,72 c	7,88 c	2,08 b	5,77 b
Média	3,02	3,15	8,80	2,22	6,25
CV (%)	14,0	10,89	2,88	5,97	7,14

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, $P < 0,05$. CV: coeficiente de variação.

Fonte: Os autores.

Ao se avaliar estresse salino é possível observar que os tratamentos com 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ NaCl sem adição de silício, apresentaram os piores resultados com o maior número de plântulas anormais, bem como os tratamentos com 3,5 e 4,5 dS m⁻¹ NaCl com 64 e 1,28 g de silício em comparação com os demais também proporcionaram números de plântulas anormais elevados.

O estresse salino acarreta efeitos tanto osmóticos como iônicos, o efeito osmótico faz com que ocorra a redução da disponibilidade de água devido ao decréscimo do potencial hídrico, já o iônico ocorre devido ao excesso de íons que são absorvidos alterando processo para manutenção do equilíbrio corporal (Sá et al., 2019). Deste modo, o aumento da salinidade causa acréscimo na concentração de íons que atuam desencadeando processos que impedem que a planta continue seu ciclo de forma fisiológica.

Diversos autores mencionam que, o estresse salino traz inúmeros prejuízos no desenvolvimento das culturas, entre elas alface (Lemos Neto et al., 2018), feijão (Schafranski et al., 2019), milho (Silva et al., 2017a) e girassol (Silva et al., 2017b). Para as sementes de *Capsicum chinense* Jacq. foi observada sensibilidade à salinidade ocasionada pelo aumento da concentração de NaCl. Entretanto, para os tratamentos com adição de silício esse efeito foi amenizado.

O número de plântulas mortas foi elevado quando houve aumento de NaCl sem adição de silício, no tratamento com 3,5 dS m⁻¹ (3,86) e 4,5 dS m⁻¹ (6,53) indicando que essa espécie apresenta sensibilidade ao aumento de salinidade. Concordando com os resultados encontrados por Sá et al. (2019), avaliando desenvolvimento de espécies de pimenta ao estresse salino, observaram a espécie *Capsicum chinense* com o aumento da dose de 1,55 dS m⁻¹ solução salina de condutividade elétrica (EC_w) ocasionou danos na estrutura da planta que a levaram a morte.

Quando avaliado o tratamento com doses de silício sem adição de NaCl os números de plântulas mortas são menores quando comparado ao tratamento sem adição de silício e NaCl. Menegale et al. (2015), mencionam que o silício na planta promove resistência a doenças, a estresses bióticos e abióticos e ativação de enzimas que atuam na defesa da planta contra as Enzimas Reativas de Oxigênio (EROs).

Deste modo, evidencia-se que o uso de silício na produção agrícola de pimenta além de atuar na superação de estresses, atua no aumento de plântulas normais, como também no aumento da taxa de germinação, índice de velocidade de germinação e massa seca de plântula. Acarretando numa maior produção pelo aumento da resistência promovida pelo elemento a planta.

Observou-se na Tabela 2 que os tratamentos que tiveram maior taxa de germinação foram os sem condições de salinidade. Porém, todos os tratamentos dosados com silício tiveram melhor germinação quando comparados aos tratamentos sem essa adição, indicando efeito positivo da atuação do silício na diminuição do estresse salino e na germinação das sementes de *Capsicum chinense* Jacq. Estes resultados vão de acordo com os apresentados por Lemos Neto et al. (2018) que estudando a germinação de sementes de alface em condições de estresse salino, observaram que a porcentagem de germinação aumentou com a aplicação de silício.

Nos tratamentos com doses mais elevadas de cloreto de sódio (NaCl), houve redução significativa da porcentagem de germinação, indicando sensibilidade das sementes ao estresse salino. A diminuição da germinação reflete os efeitos negativos do NaCl, sendo que na

concentração de 4,5 dS m⁻¹ de NaCl sem adição de silício foi o tratamento que apresentou a menor porcentagem de germinação em comparação aos demais tratamentos, sendo esta, portanto, a concentração salina mais prejudicial ao crescimento inicial das plântulas.

Tais resultados confirmam o estudo feito por Araujo et al. (2016), que as culturas anuais que apresentam maior tolerância ao estresse salino não apresentam injúrias a baixas concentrações, contudo em altas concentrações não completam seu ciclo e/ou apresentam sintomas de toxidez.

Ferreira et al. (2017) observaram um decréscimo na germinação de *Vigna unguiculata* a medida em que aumentaram as doses de sais no substrato. A salinidade reduz a capacidade de absorção de água pelas sementes, levando a uma rápida redução do seu crescimento inicial e mudanças no seu metabolismo semelhante às causadas pelo estresse hídrico (Taiz et al., 2017).

Resultados semelhantes ao da porcentagem de germinação foram observados para o IVG (Tabela 2), onde os tratamentos com maiores concentrações salinas e com menores doses de silício apresentaram redução do índice de velocidade de germinação das sementes de *Capsicum chinense* Jacq.

O mesmo comportamento foi observado para sementes de *Dimorphandra mollis*, onde maiores concentrações de CaCl₂ e NaCl afetaram negativamente a qualidade fisiológica destas sementes, reduzindo o índice de velocidade de germinação (Nunes et al., 2016). Os tratamentos com aplicação de silício apresentaram os melhores resultados, onde o tratamento com 128 g de silício apresentou melhor índice de velocidade germinação seguido pelo tratamento com 64 g de silício e 0 dS m⁻¹ NaCl.

Os tratamentos com 3,5 dS m⁻¹ NaCl foram os que apresentaram melhores resultados com aplicação de silício sob estresse salino, indicando que o silício em tratamento de sementes diminui os sintomas do efeito da salinidade. Os mesmos resultados foram encontrados por Oliveira Júnior et al. (2018), estudando aplicação foliar de silício em plantas de trigo associado a qualidade fisiológica de sementes, observaram que o índice de velocidade de germinação obteve os melhores resultados quando aplicado o silício, independente da dose em relação ao tratamento controle.

As sementes e plântulas na presença de silício adquirem resistência às condições adversas do meio ambiente, sendo possível pelo aumento da sua capacidade biológica, aumentando o vigor (Ferraz et al., 2017).

Em relação à massa seca de plântula (MS%) os tratamentos T4, T5, T6, T8 e T9 foram os que apresentaram as menores percentagens nas massas secas de plântulas, possivelmente

pela menor capacidade de transformação do suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento, devido à falta de condições ideais.

O T3 contendo a maior concentração de Si (1,28g) foi o que apresentou a maior massa seca de plântula de raízes e o maior comprimento de raízes, sendo superiores ao T1 controle, sem estresse salino em ambos os itens avaliados. O aumento da disponibilidade de silício tem resultado em incrementos no crescimento e na produtividade, uma vez que o elemento pode atuar de forma indireta sobre alguns aspectos fotossintéticos e bioquímicos (Guazina et al., 2019).

Neste estudo observou-se que o tratamento com 3,5 dS m⁻¹ NaCl associado com 1,28 g de silício apresenta também maior massa seca de plântula dos tratamentos com doses de cloreto de sódio, confirmando o potencial deste elemento para beneficiar o desenvolvimento da plântula de pimenta na superação ao estresse salino.

De acordo com Al-aghabary et al. (2007), o silício é responsável pelo aumento das atividades enzimáticas e antioxidantes (catalase, superóxido dismutase e guaiacol peroxidase), minimizando os danos relacionados ao estresse salino, reduzindo os efeitos sobre a planta. Confirmando estudos feitos por Hashemi et al. (2010), trabalhando com *Brassica napus* que observaram a formação de complexos Si-polifenos e o enrijecimento na parede celular, com isso promovendo a expansão celular contribuindo para o crescimento do sistema radicular e aéreo das plantas submetidas ao estresse salino, acarretando na maior produção de massa seca de plântula.

Deste modo, evidencia-se que a variedade de pimenta estudada neste trabalho apresentou sensibilidade a elevação da concentração salina. Onde os tratamentos com adição de NaCl sem aplicação de silício apresentaram efeitos negativos nos processos de desenvolvimento das plântulas, deste modo, o uso de silício favoreceu os processos fisiológicos e metabólicos, possibilitando à planta condições para seu desenvolvimento.

4. Considerações Finais

A germinação de sementes da pimenta *Capsicum chinense* Jacq é sensível às concentrações salinas superiores a 3,5 dS m⁻¹ de NaCl.

As condições de elevada salinidade sem aplicação de silício interferem negativamente no desenvolvimento das plântulas.

O silício atenua os efeitos tóxicos do estresse salino.

As informações geradas neste trabalho poderão ser levadas a efeito em trabalhos futuros.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), pelo apoio financeiro.

Referências

Al-Aghabary, K., Zhu, Z., & Shi, Q. (2007). Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, (27)12, 2101–2115. doi.org/10.1081/PLN-200034641

Araujo, E. B. G, Sá, F. V. S., Oliveira, F. A., Souto, L. S., Paiva, E. P., Silva, M. K. N., Mesquita, E. F., & Brito, M. E. B (2016). Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, (11)2, 462-471, 2016. doi.org/10.4136/1980-993X

Barik, S. P., Devi, A. K. B., Ananda, A., & Konthoujam, J (2017). Effect of planting time and spacing on reproductive growth and physiological changes in king chilli (*Capsicum chinense*) under poly-house condition. *The Pharma Innovation Journal*, (6)10, 342-344. Disponível em <http://www.thepharmajournal.com/archives/2017/vol6issue10/PartE/6-10-26-301.pdf>

BRASIL (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS. Disponível em https://www.abrates.org.br/files/regras_analise_de_sementes.pdf

Guazina, R. A., Theodoro, G. F., Muchalak, S. M., & Pessoa, L. G. A (2019). Aplicação foliar de silício na produtividade e sanidade de cultivares de soja. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, (18)2, 187-193. doi.org/10.5965/223811711812019187

Ferraz, R. L. S., Barbosa, M. A., Magalhães, I. D., Melo, A. S., Rocha, M. S., & Costa, P. S (2017). Atributos qualitativos de sementes de algodoeiro hidrocondicionadas em soluções de silício. *Científica*, (45)1, 85-94. doi.org/10.15361/1984-5529.2017v45n1p85-94

Ferreira, A. C. T., Felito, R. A., Rocha, A. M., Carvalho, M. A. C., Ferreira, O. M. Y., & Teixeira, A. C (2017). Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* cv. BRS Tumucumaque). *Revista Caatinga*, Mossoró, (30)4, 1009-1016. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21252017000401009&lng=en&nrm=iso

Hashemi, A., Abdolzadeh, A., & Sadeghipour, H. R (2010). Beneficial effects of silicon nutrition in alleviating salinity stress in hydroponically grown canola, *Brassica napus* L., plants. *Soil Science and Plant Nutrition*, (56)2, 244–253. doi.org/10.1111/j.1747-0765.2009.00443.x

Júnior, S. G. O., Ferreira, E. A., Nery, M.C., Silva, R. F. C., Melo, S. G. F., & Fialho, C. M. T (2018). Aplicação foliar de silício em plantas de trigo associado a qualidade fisiológica de sementes. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, (8)1, 9-16. doi.org/10.21206/rbas.v8i1.455

Lemes, E., Mendonça, A. O., Dias, L., Brunes, A., Oliveira, S., Tunes, L., & Albuquerque, A (2018). Aplicação de silício no solo: efeito na expressão enzimática de sementes oriundas de plantas de arroz sob estresse salino. *Colloquium Agrariae*, (14)1, 129-136. doi.org/10.5747/ca.2018.v14.n1.a197

Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, (2)1, 176-177. doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x

Menegale, M. L. C., Castro, G. S. A., & Mancuso, M. A. C (2015). Silício: interação com o sistema solo-planta. *Journal of Agronomic Sciences*, Umuarama, (4), 435-454. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/282008661siliciointeracaocomosistemasolo-planta>

Nath, P., Kaur, C., Rudra, S. G., & Varghese, E (2016). Enzyme-assisted extraction of carotenoid-rich extract from red capsicum (*Capsicum annuum*). *Agricultural Research*, (5)2, 193-2014. Disponível em [https://www.semanticscholar.org/paper/Enzyme-Assisted-Extraction-of-Carotenoid-Rich-from-Nath Kaur/c8eb17a933a989a17c57e73b766ed01130f6c9a3](https://www.semanticscholar.org/paper/Enzyme-Assisted-Extraction-of-Carotenoid-Rich-from-Nath-Kaur/c8eb17a933a989a17c57e73b766ed01130f6c9a3)

Neto, H. S. L., Guimarães, M. A., Sampaio, I. M. G., Hendges, A. R. A. A., Oliveira, A. B., & Filho, S. M (2018). Silicon (Si) reduces the effects of salt stress on germination and initial growth of lettuce (*Lactuca sativa* L). *Australian Journal of Crop Science*, (12)9, 1410- 1418. doi.org/10.21475/ajcs.18.12.09.PNE1074

Nunes, R. T. C., Neto, A. C. A., Souza, U. O., & Morais, O. M (2016). Desempenho germinativo de sementes de girassol submetidas ao estresse salino. *Cultura Agrônômica: Revista de Ciências Agrônômicas*, (25)1, 79-92. Disponível em https://ojs.unesp.br/index.php/rcultur_aagronomica/article/view/2344/1757

Sá, F. V. S., Souto, L. S., Paiva, E. P., Torres, S. B., & Oliveira, F. A (2019). Desenvolvimento inicial e tolerância de espécies de pimenta ao estresse da salinidade. *Revista Caatinga*, (32)3, 826-833. doi.org/10.1590/1983-21252019v32n327rc

Silva, F. A., Ferreira, A. A., Lima, D. C., Medeiros, A. C., Maracajá, P. B., & Medeiros, A. P (2017a). Estresse salino e adubação mineral na composição nutricional da cultura do milho. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, (11)1, 76-83. Disponível em <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/4760/4110>

Silva, R. C. B., Santana, G. S., Neto, M. R. B., Coelho, F. J. S., Monteiro, G. S., Leite, R. L (2017b). Emergência de sementes de girassol (*Helianthus annuus*) sob estresse salino irrigado por bombeamento fotovoltaico. *Revista Semiárido De Visu*, (5)2, 80-87. Disponível em <https://periodicos.ifsertao-pe.edu.br/ojs2/index.php/semiaridodevisu/article/view/233>

Schafranski, B. P., Morais, G. I., & Carvalho, T. C (2019). Efeito do estresse salino em sementes de feijão dos grupos comerciais carioca e preto. *Applied Research & Agrotechnology*, Guarapuava-PR, (12)3, 17-30. Disponível em <https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/5859/4267>

Stipcovich, T., Barbero, G. F., Ferreiro-González, M., Palma, M., & Barroso, C. G (2018). Fast analysis of capsaicinoidS in Naga Jolokia extracts (*Capsicum chinense*) by high-performance liquid chromatography using fused core columns. *Food Chemistry*, (15)239, 217-224. doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.098

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., Murphy, A (2017). Fisiologia e desenvolvimento vegetal. *Artmed Editora*.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Carla Medianeira Giroletta dos Santos – 17,5%

Viviane Wruck Trovato – 17,5%

Adriana Moraes do Nascimento Matos – 17,5%

Gilson Domingos do Mar – 17,5%

Denise Prevedel Capristo – 10%

Jeferson Antonio dos Santos Silva – 10%

Bruna Neves Pereira da Silva – 10%