



INTERAÇÃO ENTRE SALINIDADE E BIOFERTILIZANTE NA GERMINAÇÃO DA SOJA

INTERACTION BETWEEN SALINITY AND BIOFERTILIZER IN SOYBEAN GERMINATION

Thomás Oehninger Ramos¹

Reginaldo Ferreira Santos²

Regina Neves Ubial³

Resumo: A soja é uma cultura de extrema importância socioeconômica para o país. Os efeitos nocivos do sal para a cultura, manifestam-se principalmente na emergência das plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do estresse salino provocado pela presença de sais em diferentes concentrações na emergência de plantas de soja e sua interação com diferentes biofertilizantes. Adotou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo sete tratamentos com cinco repetições, totalizando 35 unidades experimentais. Os tratamentos foram submetidos a dois níveis de potenciais osmóticos (0,0 e -0,6 MPa) por meio do uso de cloreto de sódio (NaCl) para simulação de estresse salino associados a 3 tipos biofertilizantes a base de aminoácidos e substâncias húmicas e fúlvicas. Aos 21 dias após a semeadura foram avaliados os seguintes parâmetros: tempo médio de emergência (TME); área foliar, altura de plântulas, massa fresca e número de folhas. À medida que o potencial osmótico do meio se tornou mais negativo, pode-se verificar uma redução drástica no índice de emergência, área foliar e atraso no tempo médio de emergência. A altura de plântula foi afetada pelos níveis de salinidade, podendo observar que conforme as concentrações dos sais na solução aumentaram, houve uma drástica queda na altura das plântulas. Os efeitos benéficos da aplicação de biofertilizante sobre o crescimento e desenvolvimento da plântula, foram menos expressivos no maior nível de salinidade da água.

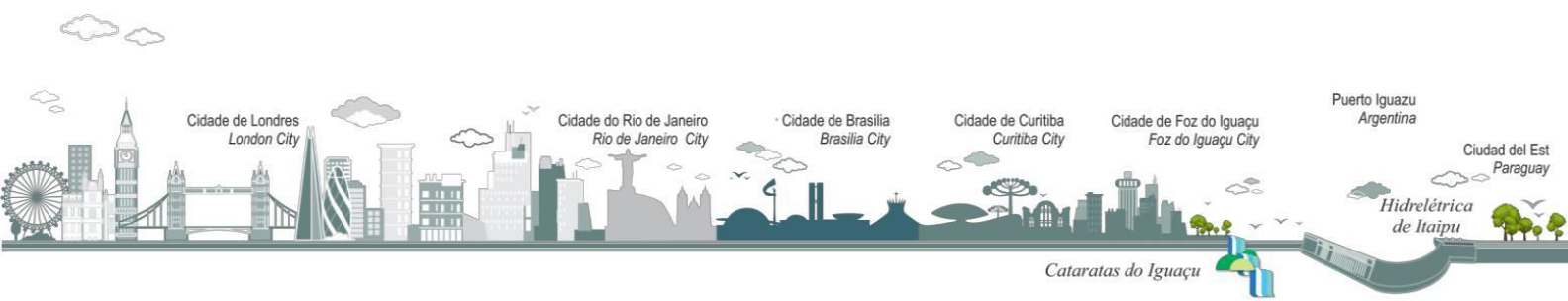
Palavras-chave: *Glycine Max*. Salinização. Aminoácidos. Substâncias húmicas e fúlvicas.

Abstract: Soybeans is a key crop for socioeconomics in Brazil. The harmful effects of salt on the crop are mainly manifested in the plants emergence. The objective of this work was to evaluate the influence of salt stress caused by the presence of salts in different concentrations on the emergence of soybean plants and its interaction within biofertilizers. A completely randomized experimental design was adopted, with seven treatments with five replications, totaling 35 experimental units. The treatments were subjected to two levels of osmotic potentials (0.0 e -0.6 MPa) through the use of sodium chloride (NaCl) to simulate salt stress. At 21 days after sowing, the following parameters were evaluated: mean time to emergence (TME); seed ling height; number of sheets, fresh plant mass and leaf area index. As

¹ Doutorando na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Cascavel. thomas.oer@gmail.com

² Professor na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Cascavel.

³ Mestranda na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Cascavel.





the osmotic potential of the medium became more negative, a drastic reduction in the emergence index, leaf area index and a delay in the average emergence time can be verified. Seedling height was affected by salinity levels, and it was observed that as the concentration of salts in the solution increased, there was a drastic drop in seedling height. The beneficial effects of the application of biofertilizer on the growth and development of the seedling were less expressive in the higher level of water salinity.
Keywords: *Glycine Max*. Salinization. Aminoacids. humic and fulvic substances.

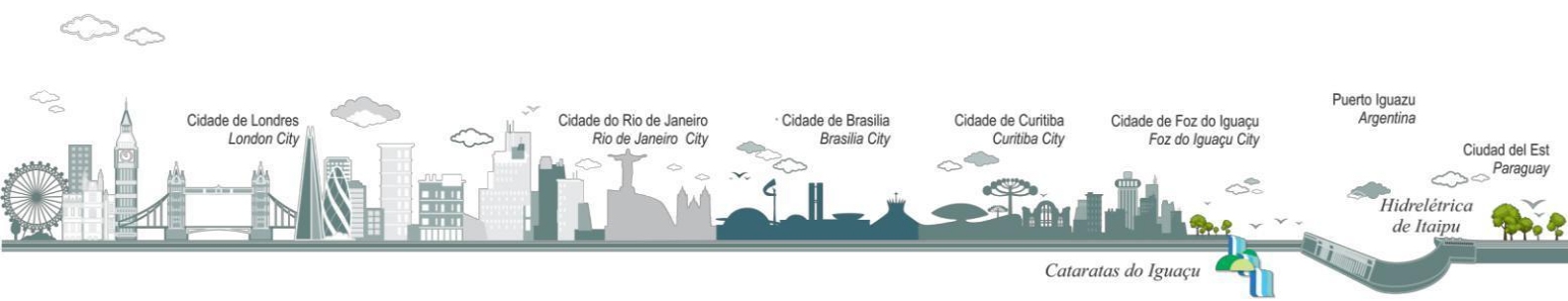
INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine Max*) é uma das oleaginosas mais conhecidas do mundo e são originárias da costa leste asiática, ao longo do rio Yangtse na China, foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China (EMBRAPA, 2021). No Brasil a cultura foi inserida na década de 60, porém somente a partir da década de 70 ganhou maior escala comercial.

A produção brasileira de soja totalizou 144,0 milhões de toneladas na temporada 2020/21, com crescimento de 4,1% comparativamente a precedente. O Brasil possui uma posição de destaque no cenário global da produção por ocupar a primeira posição mundial na produção, respondendo por cerca de 37% da produção mundial, sendo os maiores produtores o Brasil, Estados Unidos, Argentina e Paraguai conforme o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2020).

A salinização é apontada por diversos autores como um dos fatores de redução o crescimento das plantas devido aos seus efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais (MUNNS, 2002). Conforme o nível de salinidade as interações iônicas que afetam diretamente a disponibilidade, absorção e transporte de nutrientes. A salinidade adiciona um novo nível de complexidade para a nutrição mineral da planta, impactando a atividade dos íons em solução e os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição (NEVES *et al.*, 2009).

Alternativas tem sido buscada a fim de mitigar o efeito da salinização do solo. Neste sentido o emprego de biofertilizantes tem se demonstrado como uma alternativa que favorece a aquisição de nutrientes pelas plantas em condições de salinidade. Alguns trabalhos têm demonstrado que o uso de biofertilizantes em ambientes salinos pode atenuar parcialmente os efeitos da salinidade sobre o crescimento das plantas (Bezerra *et al.*, 2010; Cavalcante *et al.*, 2010). A resposta do uso de biofertilizantes líquidos frente a salinização está nos





quantitativos dos elementos, na diversidade dos nutrientes minerais e na disponibilização de nutrientes pela atividade biológica (Alves *et al.*, 2009).

As plantas possuem plasticidade em ampliar seus mecanismos bioquímicos e moleculares para tolerar o estresse salino através de processos e produtos alternativos. De acordo Lyengar e Reddy estes mecanismos atuam unidos. Dentro destas estratégias incluem desde a acumulação ou exclusão seletiva de íon, controle da entrada de íons pelas raízes e transporte para as folhas, compartimentalização de íons a nível celular como o vacúolo e estrutural como no caso das folhas, síntese de osmólitos, alterações nas vias fotossintéticas, modificações na estrutura de membrana, indução de produção de hormônios e enzimas antioxidantes.

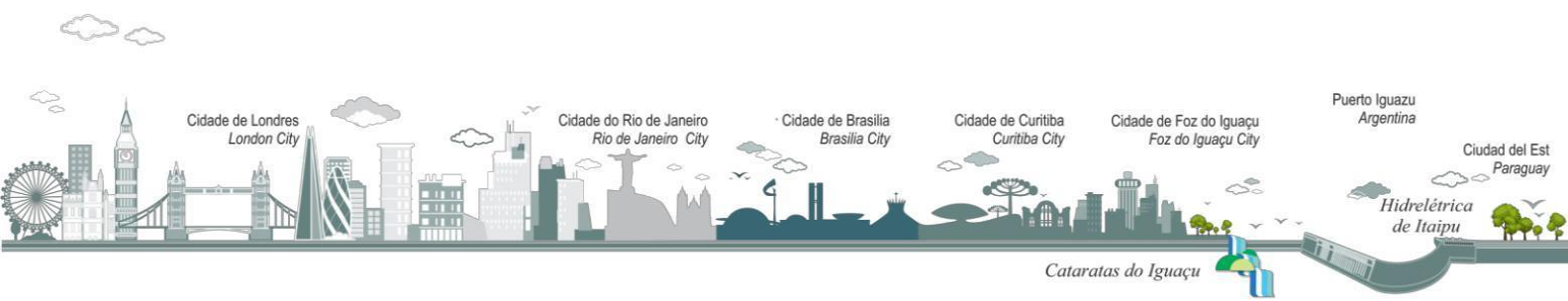
Sendo assim, verifica-se a necessidade de mais estudos que visem a busca por cultivares tolerantes ao estresse salino e o conhecimento dos problemas advindos, uma vez que o atual cenário de escassez hídrica é um problema nas regiões semiáridas do Brasil atualmente pouco utilizadas pela cultura.

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de diferentes biofertilizantes líquidos sobre o crescimento e desenvolvimento inicial, sob estresse salino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período compreendido entre o dia 07 a 28 do mês de maio de 2021, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), localizada na Cidade de Cascavel – PR. Para a realização do trabalho foram utilizadas sementes de soja da variedade 6909 IPRO com 97% de vigor.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo sete tratamentos com 5 repetições, contendo 3 sementes cada. Foi analisada a resposta das sementes de soja a dois níveis de concentração salina (0,0 e -0,6 MPa) por meio do uso de Cloreto de Sódio (NaCl) para simulação de estresse salino associados a três tipos de biofertilizantes (a base de Substâncias húmica fúlficas, a base de Substâncias húmica fúlficas associados a aminoácidos e somente a base de aminoácidos) nas quantidades de





200 gramas, 200 ml e 200 ml respectivamente, por 100 kg de semente. Para os tratamentos em concentração salina de estresse (-0,6 MPa) não foi realizado tratamento de controle, ou seja, todos os tratamentos nesta concentração salina foram aplicados biofertilizantes (biofertilizante 1, biofertilizante 2 e biofertilizante 3) diferentemente da concentração salina sem estresse (0 MPa) que contou com 4 tratamentos (controle, biofertilizante 1, biofertilizante 2 e biofertilizante 3).

As soluções salinas de NaCl foram preparadas segundo a fórmula de Vant´Hoff:

$\Psi_{osm} = -RTC$ Onde:

Ψ_{osm} - potencial osmótico (atmosfera);

R - Constante geral dos gases = 0,082 atm L/mol/°k;

T - Temperatura (k°)

C - Concentração molar (mols de soluto/1000g de água).

As sementes de soja foram semeadas em uma bandeja contendo 50 células, com substrato próprio para mudas. Após a semeadura das mesmas, foram tratadas com as soluções de NaCl descritas anteriormente (0,0 e -0,6 MPa), cada tratamento recebendo 30mL da solução. Após receberem a aplicação da solução salina, as sementes foram irrigadas com água mineral (pH 6,8) durante 21 dias.

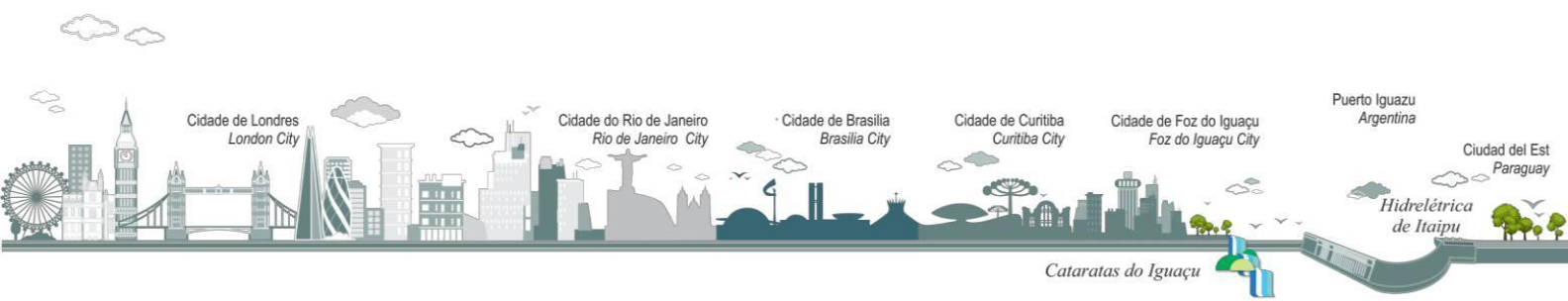
A emergência das plantas foi controlada diariamente durante os 21 dias, para fins de cálculo do índice de velocidade de germinação, sendo utilizada a fórmula sugerida por Maguire (1962):

O tempo médio de emergência (TM) das plantas foi estimado após 21 dias da semeadura, pela equação de Edmond e Drapala (1958):

$$TM = \frac{E1 * T1 + E2 * T2 + \dots + Ei * Ti}{E1 + E2 + \dots + Ei}$$

Em que: TM é o tempo médio necessário para atingir a emergência máxima em dias; E é o número de emergência ocorrida por dia; e T é o tempo em dias.

Para os parâmetros altura de plantas, número de folhas e área foliar (AF), foram selecionadas cinco plantas de cada tratamento, sempre visando a uniformidade das mesmas





e posteriormente para obtenção das medidas, fez-se o uso de uma régua. Para o parâmetro massa fresca foi utilizado de uma balança de alta precisão.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de acordo com o delineamento proposto anteriormente e, por meio de comparação de média pelo teste de média (Teste de Tukey) analisados para cada um dos tratamentos, o valor de F foi corrigido e as equações cujos coeficientes de maior grau se significativas ($p < 0,05$) apresentadas. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2000).

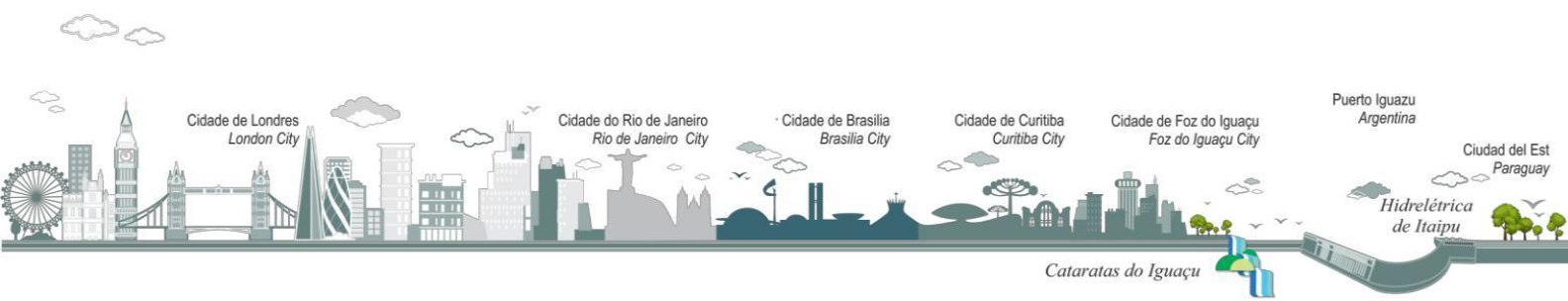
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância revelaram efeitos significativos, a 5 % de probabilidade, para todas as variáveis respostas analisadas, ou seja, Altura de plântula, Área foliar (AF), Tempo médio de emergência (TME), Número de folhas e Massa fresca quando submetidas a diferentes concentrações salinas e tipos de biofertilizantes. Observou-se também uma queda acentuada na taxa de germinação nos tratamentos submetidos ao estresse salino (48%) comparados aos tratamentos sem condição de estresse (80%).

A drástica queda no índice da velocidade de emergência deve-se ao aumento no teor de sais dos tratamentos, principalmente pelo excesso dos íons Na^+ e Cl^- , provocado pela irrigação com água salina (MEDEIROS *et al.*, 2010).

Segundo Chaves *et al.* (2009), o aumento da concentração de sais, ocasiona redução no potencial osmótico, o que resulta em uma menor capacidade de absorção de água pelas sementes, geralmente influenciando na capacidade germinativa, emergência e no desenvolvimento das plântulas. Adicionalmente ocasiona também um efeito tóxico resultante da concentração de íons no protoplasma (TOBE e OMASA, 2000).

O Tempo Médio de Emergência (TME) e número de folhas apresentaram o mesmo comportamento, demonstrando sensibilidade à salinidade. Esse aumento no tempo médio de germinação, ocorre devido ao decréscimo do potencial hídrico causado pelo aumento na concentração salina (CAMPOS *et al.*, 1990). Desta forma, a água não é absorvida pela semente reduzindo a germinação (HOLANDA *et al.*, 2007), pois além de provocar um





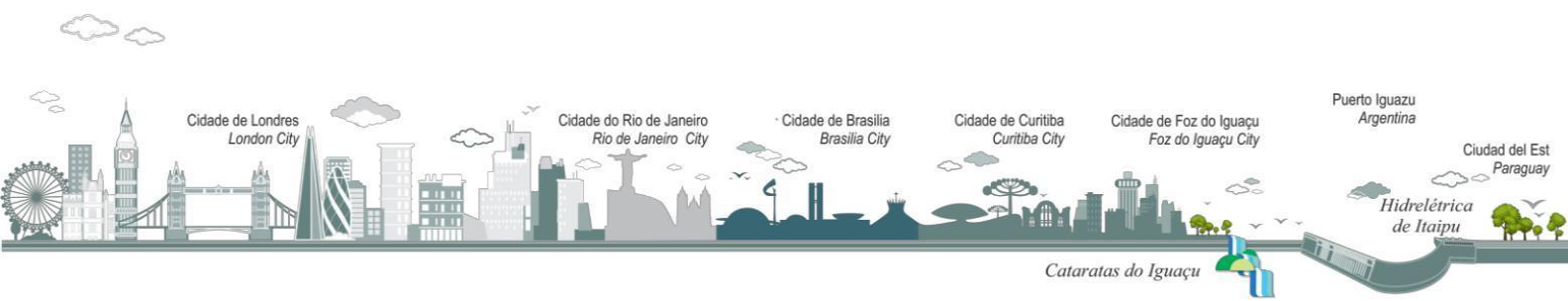
desbalanço osmótico, ocasiona toxicidade devido ao acúmulo dos íons no protoplasma (LIMA *et al.*, 2009).

Segundo Dantas (2003) a germinação das sementes e o estabelecimento das plântulas são afetados devido a salinidade reduzir o potencial hídrico da semente em relação ao solo, promovendo delongamento na mobilização de enzimas responsáveis pela germinação, adicionalmente os efeitos tóxicos dos sais sobre os tecidos vivos e do retardamento na síntese da enzima α -amilase cotiledonar.

Diversos trabalhos demonstram os efeitos negativos da salinidade na germinação de sementes de soja. Nesse sentido Taiz *et al.*, (2004) e Carvalho *et al.*, (2012) trabalhando com germinação de soja submetidos ao estresse salino em diferentes concentrações, observaram que a exposição das plântulas a valores crescentes de salinidade causou atraso no processo de germinação das sementes e contribui para menores taxas de crescimento das plântulas. A diminuição da porcentagem de germinação das sementes pode estar ligada a dificuldade de absorção da água, devido a potenciais hídricos muito negativos, especialmente no início da embebição, influenciando a absorção de água, podendo inviabilizar os demais eventos sequenciais relacionados ao processo germinativo (MOTERLE *et al.*, 2006).

O primeiro efeito mensurável do estresse salino que merece destaque é a diminuição no crescimento, causada pela redução da expansão celular ocasionada pela seca fisiológica produzida e ao efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma (TOBE *et al.*, 2000; TAIZ e ZEIGER, 2004).

Carvalho *et al.* (2012), verificando o efeito de várias concentrações de sais sobre cultivares de soja, verificaram um comportamento distinto entre os genótipos em função do volume e o comprimento de raiz das plântulas. Plantas com maior expansão do sistema radicular, demonstram uma tendência de serem mais resistentes ao efeito do estresse hídrico, em que a regulação da expansão foliar durante o período de exposição ao estresse osmótico ocorre em função da quantidade de água presente nas raízes (TOORCHI *et al.*, 2009), proporcionando desta forma condições para o desenvolvimento da planta.





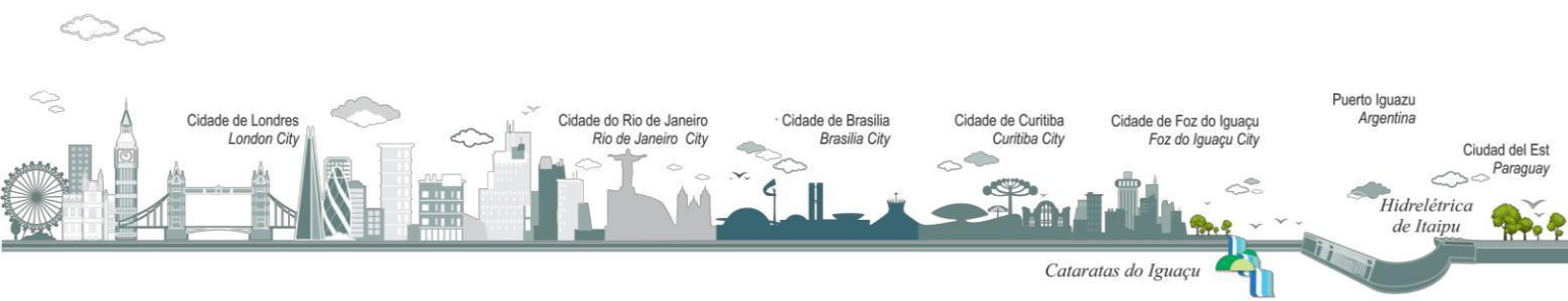
CONCLUSÃO

A salinidade é um fator limitante para o crescimento inicial na cultura da soja, evidenciado pela redução no Tempo Médio de Emergência (TME) e demais características analisadas das plântulas, em resposta ao aumento da concentração salina (NaCl), onde os tratamentos com -0,6 (MPa) apresentaram uma baixa no TME em relação aos demais tratamentos. Além disso observou-se uma drástica queda na taxa de germinação

Os efeitos benéficos da aplicação de biofertilizante sobre o crescimento e desenvolvimento da plântula foram menos expressivos no nível de salinidade e a nível de controle não tiveram diferenças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, G. S.; SANTOS, D; SILVA, J. A.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G. Estado nutricional do pimentão cultivado em solo tratado com diferentes tipos de biofertilizantes. **Revista Acta Scientiarum**, v. 31, p. 661-665, 2009.
- BEZERRA, M. E. J.; LACERDA, C. F.; SOUZA, G. G.; GOMES, V. F. F.; MENDES FILHO, P. F. Biomassa, atividade microbiana e FMA em rotação cultural milho/feijão-de-corda utilizando-se águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 562-570, 2010.
- CAMPOS, I. S.; ASSUNÇÃO, M.V. Efeitos do cloreto de sódio na germinação e vigor de plântulas de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 6, p. 837-843, 1990.
- CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. da SILVA; SANTOS, A. F. dos; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. do. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n.1, p. 251-261, 2010.
- CARVALHO, T. C; SILVA, S. S.; SILVA, R. C.; PONOBIANCO, M. Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de soja convencional e sua derivada transgênica RR em condições de estresse salino. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, p.1366-1371, 2012.
- DANTAS, J. P.; FERREIRA, M. M. M.; MARINHO, F. J. L.; AMORIM NUNES, M. S. DO; QUEIROZ, M. F. DE; SANTOS, T. A. Efeito do estresse salino sobre a germinação e produção de sementes de caupi. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 24, p.119-130, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **História do Soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia.php>. Acesso em: 05 maio. 2021.
- FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DE SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** UFSCar, São Carlos, SP, 2000.





HOLANDA, A.C.; SANTOS, R.V.; SOUTO, J.S.; ALVES, A.R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n.1. 2007.

IYENGAR, E.R.R.; REDDY, M.P. Photosynthesis in highly salt tolerant plants. In: PESSERKALI, M. (ed.). **Handbook of photosynthesis**. Marshal Dekar, Baten Rose, USA, 1996. p. 897-909.

LIMA, B. G.; TORRES, S. B. Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphusjoazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 93-99. 2009.

MEDEIROS, P. R. F.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N. Salinidade em ambiente protegido. In: GHEYI, H. R.; LACERDA, C. F.; DIAS, N. S. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 83-92.

MOTERLE, L. M. *et al.* Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas as estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, p. 169-176. 2006.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant*, **Cell and Environment**, v. 25, p. 239-250. 2002.

MUNNS, R. Genes and salt tolerante: bringing them together. **New Phytologist**, v. 3:645663. 2005.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B. da.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Ciência Rural**, v.39, p.758-765. 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TOBE, K.; LI, X.; OMASA, K. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae). **Annals of Botany**, v. 85, p. 391-396. 2000.

TOORCHI, M. *et al.* Proteomics approach for identifying osmotic-stress-related proteins in soybeans roots. **Peptides**, v. 30, n.12, p. 2108-2117. 2009.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Foreign Agricultural Service. **Oilseeds: World Markets and Trade**. Washington: USDA: FAS,2020. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>. Acesso em: mar. 2021.

