

Respostas fisiológicas em sementes e plântulas de canola tratadas com tiametoxam e submetidas a estresse salino

Physiological responses in canola seeds and seedlings treated with tiametoxam and submitted to saline stress

Eduardo José Ludwig¹, Jocélia Rosa da Silva², Gêssica Gaboardi De Bastiani³, Raquel Stefanello⁴, Ubirajara Russi Nunes⁵, Arno Bernardo Heldwein⁵

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar as respostas fisiológicas em sementes e plântulas de canola tratadas com tiametoxam e submetidas a diferentes níveis de salinidade. Foram utilizadas sementes de canola da cultivar Diamond, submetidas aos seguintes tratamentos: Test - Testemunha, Trat - Tratamento de sementes com o i.a. tiametoxam, em que este possui função bioativadora. Para a simulação do estresse salino foram utilizados os sais cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de cálcio (CaCl₂), com os níveis de potencial salino 0, -0,2, -0,4 e -0,6 MPa. A semeadura foi realizada em caixas gerbox, contendo três folhas de papel germitest, previamente umedecidas com as soluções salinas correspondentes ao potencial salino do tratamento. As sementes foram mantidas em germinador do tipo BOD, em temperatura constante de 20 °C, sob fotoperíodo constante. As variáveis analisadas foram primeira contagem de germinação, germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de radícula e epicótilo e massa seca de plântulas. O estresse salino induzido pelos potenciais osmóticos de NaCl e CaCl₂ diminuiu de maneira significativa o vigor e germinação de plântulas de canola. O tratamento de sementes com o i.a. tiametoxam se mostrou eficiente como redutor dos danos causados pela salinidade.

Palavras-chave: Bioativador. *Brassica napus* var. oleífera. Germinação. Salinidade do solo.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the physiological responses in canola seeds and seedlings treated with thiamethoxam and subjected to different salinity levels. Canola seeds of the Diamond cultivar were used, submitted to the following treatments: Test - Control, Trat - Seed treatment with the a.i. thiamethoxam, in which it has a bioactivating function. Sodium chloride (NaCl) and calcium chloride (CaCl₂) salts were used to simulate saline stress, with saline potential levels of 0, -0.2, -0.4 and -0.6 MPa. Sowing was carried out in gerbox boxes, containing three sheets of germitest paper, previously moistened with saline solutions corresponding to the saline potential of the treatment. The seeds were kept in a BOD-type germinator, at a constant temperature of 20 °C, under constant photoperiod. The variables analyzed were first germination count, germination, germination speed index, radicle and epicotyl length and seedling dry mass. The saline stress induced by the osmotic potentials of NaCl and CaCl₂ significantly decreased the vigor and germination of canola seedlings. Seed treatment with the a.i. thiamethoxam proved to be efficient in reducing the damage caused by salinity.

Keywords: Bioactivator; *Brassica napus* var. oleífera; Germination; Soil Salinity.

¹ Doutor, engenheiro Agrônomo no Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR/RS), Porto Alegre (RS) Brasil.

² Doutora, Analista Agrônoma Irriga global, Santa Maria (RS), Brasil.

³ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá (PR), Brasil.

⁴ Bióloga, Doutora em Agronomia, Departamento de Biologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS), Brasil.

⁵ Doutor, Docente permanente do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS), Brasil.

Autor correspondente: Eduardo José Ludwig
E-mail: eduludwig@yahoo.com.br

Recebido em: 24/08/2021
Aceito em: 19/01/2023

INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* var. oleífera) é uma cultura agrícola que vem ganhando destaque no Brasil, principalmente na região Sul. É alternativa para a diversificação de cultivo em rotação aos cereais de inverno, gerando renda pela produção de grãos. Com produção de 40,8 mil toneladas, a canola é cultivada em aproximadamente 40,1 mil hectares na região Sul, sendo os Estados do Rio Grande do Sul e do Paraná responsáveis por quase 100% da produção nacional (Conab, 2021). Porém, por ser uma cultura altamente responsiva a variações ambientais, alguns estudos demonstram que há potencial de cultivo da canola em outras regiões do Brasil, como no Nordeste (Tomm, 2008) e Centro-Oeste (Sanchez *et al.*, 2014), possibilitando futura expansão das áreas. No entanto, no Nordeste e Centro-Oeste do Brasil há a ocorrência de áreas com alta salinidade de solo.

Estresses bióticos e abióticos podem afetar negativamente as plantas em todo seu ciclo de desenvolvimento, porém é no período da sementeira à emergência que se define o principal componente de rendimento das culturas, o estande de plantas na área. Garantir que agentes causadores de estresses possam ser evitados ou minimizados ao máximo possível no subperíodo de sementeira à emergência pode ser crucial para o sucesso da atividade agrícola (Radmer *et al.*, 2017; Rocha *et al.*, 2017).

Um fator abiótico que está entre os maiores causadores de estresse às plantas é a salinidade do solo (Shrivastava; Kumar, 2015). É responsável por alterações bioquímicas, fisiológicas e morfológicas, que podem causar impacto sobre o desenvolvimento, crescimento e produtividade das plantas, promovido principalmente pela reduzida capacidade de absorção de água do solo. A salinidade dos solos pode ser advinda de diferentes situações como, por exemplo, a salinidade natural dos solos, uso de irrigação e fertirrigação inadequada, problemas de drenagem dos solos e, também, de uma adubação em linha em situação de baixa umidade do solo. Estima-se que 20% do total mundial e 33% das terras agrícolas irrigadas são afetadas pela alta salinidade (Shrivastava; Kumar, 2015), com previsão de chegar a 50% das terras aráveis salinizadas até 2050, em parte devido aos efeitos negativos das mudanças climáticas (Jamil *et al.*, 2011).

Os inseticidas na sua grande maioria apresentam efeito protetor, porém alguns deles apresentam vantagens fisiológicas, beneficiando o crescimento e desenvolvimento das plantas

(Ludwig *et al.*, 2020). São chamados de bioativadores, caracterizados por serem compostos orgânicos complexos, não nutrientes, capazes de modificar e inibir processos morfológicos e fisiológicos do vegetal (Castro *et al.*, 2008; Castellanos *et al.*, 2017).

O tiametoxam é considerado um bioativador e atua aumentando a atividade enzimática, tanto em sementes como em plantas, estimulando a síntese de aminoácidos e a síntese endógena de hormônios vegetais (Carvalho *et al.*, 2011; Almeida *et al.*, 2020). Portanto, proporciona maior vigor e desenvolvimento às plântulas de sementes tratadas.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar as respostas fisiológicas em sementes e plântulas de canola tratadas com tiametoxam e submetidas a diferentes níveis de salinidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes, localizado no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (RS). Foram utilizadas sementes de canola da cultivar Diamond, e estas foram submetidas aos seguintes tratamentos: Test - Testemunha, Trat - Inseticida Cruiser® 350 FS (i.a. tiametoxam) na dose de 2,0 mL kg⁻¹ de sementes, optando-se por esse produto devido à presença do i.a. tiametoxam com função bioativadora.

Para a simulação do estresse salino foram utilizados os sais cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de cálcio (CaCl₂), com os níveis de potencial salino 0, -0,2, -0,4 e -0,6 MPa, produzidos pela dissolução dos sais em água destilada.

Foi realizada a semeadura de quatro repetições por tratamento contendo 50 sementes cada, em caixas do tipo gerbox, contendo três folhas de papel germitest, previamente umedecidas com água destilada ou solução salina correspondente ao potencial salino do tratamento, na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel seco. As sementes foram mantidas em germinador do tipo BOD, em temperatura constante de 20 °C, sob fotoperíodo constante.

Para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes foram realizados cinco testes:

Germinação: realizado conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), em que foi contabilizado o número de plantas normais, aos sete dias após a semeadura, e os resultados expressos em porcentagem média de plântulas normais para cada tratamento.

Primeira contagem de germinação: realizada em conjunto com o teste de germinação, determinando-se a porcentagem de plântulas normais no quarto dia após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Índice de velocidade de germinação (IVG): realizado juntamente ao teste de germinação, em que foram feitas contagens diárias, em horário fixo, do número de plântulas normais. O cálculo do IVG foi obtido conforme a fórmula $IVE = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$, em que: IVG = índice de velocidade de germinação; G = número de plântulas normais computadas nas contagens; N = número de dias da semeadura à 1ª, 2ª ... 8ª avaliação.

Comprimento da raiz e parte aérea (hipocótilo): realizado ao final do teste de germinação, em que foram retiradas aleatoriamente dez plântulas por repetição, e determinados o comprimento das raízes e da parte aérea das plântulas com o auxílio de uma régua milimétrica. O resultado foi expresso em centímetros por plântula.

Massa seca de plântulas: após a avaliação do comprimento de plântulas, as raízes e hipocótilo foram acondicionados em sacos de papel e mantidos em estufa a 65 ± 5 °C por 48 horas. Após esse período foi realizada a determinação da massa seca em balança de precisão 0,001 g. A massa obtida foi dividida pelo número de plântulas do teste, sendo os resultados expressos em miligramas por plântula (mg plântula^{-1}).

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, organizado de forma fatorial 2x4 (Tratamento de sementes x Potencial osmótico) para ambos os sais. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Para os efeitos significativos foi realizada a análise de regressão através do programa Sisvar (Ferreira, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância apresentada (Tabela 1) apresenta grau de significância para alguns fatores quando comparados os diferentes tratamentos e soluções salinas. Houve significância para o nível de potencial osmótico em todas as variáveis analisadas.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis avaliadas: primeira contagem (PC), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da radícula (CR), comprimento de hipocótilo (CH), massa seca de plântulas (MS), em sementes de canola submetidas a diferentes potenciais osmóticos obtidos por diferentes concentrações dos sais NaCl e CaCl₂

	FV	GL	Quadrados Médios					
			PC	G	IVG	CR	CH	MS
NaCl	Tratamento	1	741,12*	722,00*	17,70	1,74	0,81*	3,12
	Pot. osmótico	3	1961,12*	969,50*	41,99*	12,66*	3,24*	74,70*

	Trat x Pot. Osmótico	3	226,45*	153,66*	1,47	1,17*	0,30*	0,87
	Resíduo	24	74,62	10,16	0,71	0,31	0,07	3,58
	CV (%)		13,25	3,71	7,45	13,48	14,63	15,07
CaCl ₂	Tratamento	1	200,02	12,50	0,66	0,02	0,01	3,78
	Pot. osmótico	3	3924,50*	1683,90*	356,41*	50,42*	9,27*	335,78*
	Trat x Pot. Osmótico	3	487,00*	87,16*	2,08*	0,01	0,03	2,53
	Resíduo	24	720,00	21,91	0,31	0,24	0,001	1,71
	CV (%)		16,92	10,01	9,18	26,51	10,13	14,48

FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação. *Significativo a 5% de probabilidade.

Foi possível observar que para a variável primeira contagem (Figura 1) houve diferença significativa entre os fatores tratamento de sementes e níveis de potencial osmótico, tanto para o sal NaCl, quanto para o sal CaCl₂.

Tanto a testemunha (Test) quanto as sementes tratadas com tiametoxam (Trat) apresentaram valores de primeira contagem de 82%, quando não submetidas ao estresse salino. Porém, ao serem submetidas aos diferentes potenciais osmóticos induzidos por NaCl, as plântulas oriundas de sementes tratadas com o bioativador apresentaram uma queda mais lenta dos valores de primeira contagem. De modo geral, o estresse por salinidade pode trazer como consequências mudanças fisiológicas na planta, o que ocorre devido ao aumento da dificuldade de absorver, transportar e utilizar íons necessários ao seu crescimento, fazendo com que ocorra a redução da respiração e fotossíntese (Taiz; Zeiger, 2016). Já a queda mais lenta dos valores de germinação na primeira contagem nas sementes tratadas pode ser explicada devido ao efeito bioativador da molécula tiametoxam que, segundo Almeida *et al.* (2020), interagem com mecanismos de defesa da planta, fazendo com que esta tenha um melhor desenvolvimento em condições adversas.

Ao serem submetidos ao menor potencial osmótico (-0,6 MPa), ambos os tratamentos voltaram a ter valores semelhantes, demonstrando que neste nível a utilização do tratamento já não se torna eficiente na supressão dos danos causados pela salinidade, com ambos apresentando valores de primeira contagem próximos a 50% de germinação.

A utilização do sal CaCl₂ demonstrou ser prejudicial para o teste de primeira contagem, pois houve uma rápida queda nos seus valores com a adição dos níveis de potencial osmótico (Figura 1). Essa queda acentuada pode ser explicada devido ao Ca²⁺ atuar como um mensageiro secundário da transdução de sinais, em que variações na sua concentração tendem a alterar atividades das enzimas ligadas a este nutriente (Pallardy, 2008). Porém, mesmo assim, as sementes expostas ao tratamento (Trat) apresentaram valores superiores à

testemunha (Test) após serem submetidas aos potenciais osmóticos, demonstrando sua propriedade bioativadora.

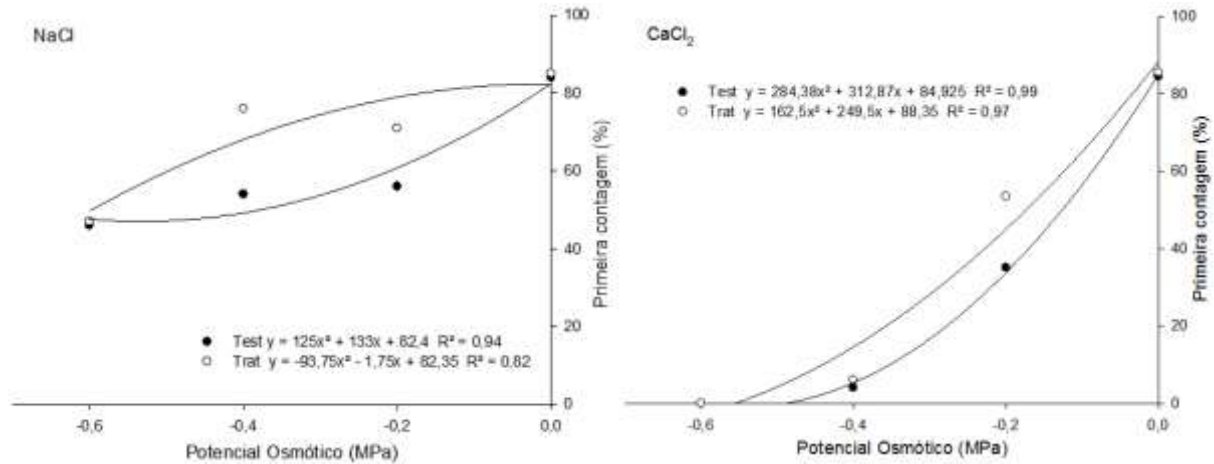


Figura 1. Primeira contagem de germinação de sementes de canola da cultivar Diamond submetidas a diferentes potenciais osmóticos obtidos por diferentes concentrações dos sais NaCl e CaCl₂.

Quando analisada a variável germinação, também houve interação entre os fatores tratamento de sementes e estresse salino (Figura 2).

Observando os resultados de germinação para os tratamentos submetidos aos diferentes potenciais osmóticos de NaCl, verifica-se o ajuste de duas regressões quadráticas para os tratamentos de sementes, e que, na ausência do sal, a germinação de ambos foi em média de 95%, enquanto que, na presença de NaCl, houve uma queda acentuada da germinação de sementes sem tratamento a partir do potencial osmótico -0,2 MPa.

Para as sementes tratadas com tiametoxam houve a manutenção dos valores de germinação até o potencial osmótico -0,4 MPa. A queda mais lenta nos valores da germinação pode se dar pela utilização do ingrediente ativo tiametoxam, que pode ativar várias reações fisiológicas como a expressão de proteínas e estas interagir com mecanismos de defesa de estresses da planta, diminuindo os danos causados pelo estresse (Lauxen *et al.*, 2016).

Além disso, para os potenciais osmóticos utilizando o sal CaCl₂ houve uma queda linear nos valores de germinação para ambos os tratamentos, sendo que no potencial osmótico -0,6 MPa não ocorreu germinação. Tal resultado corrobora com Dickman *et al.* (2005), que relataram que o sal CaCl₂ apresenta um efeito inibitório mais acentuado que o NaCl na germinação de sementes de *Helianthus annuus L.*

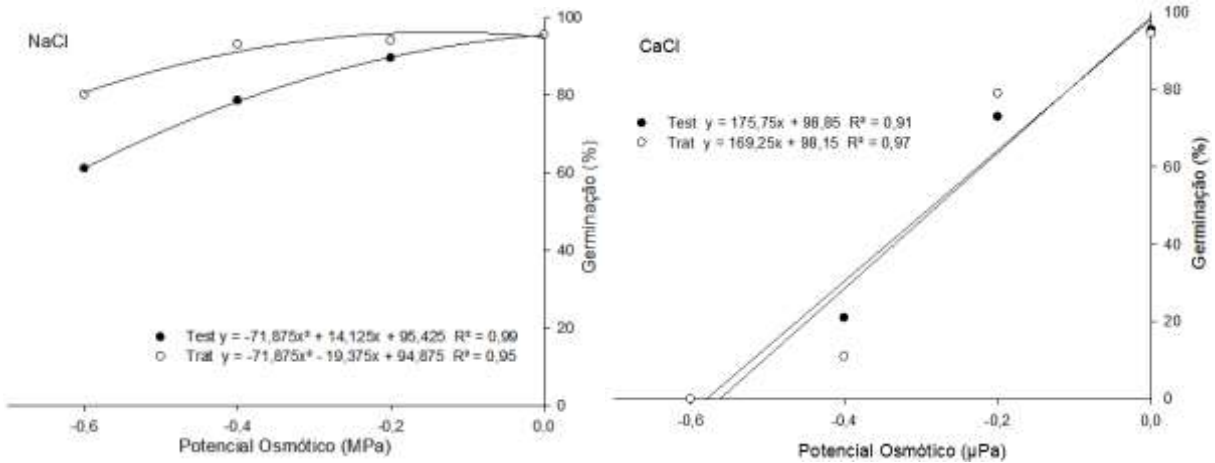


Figura 2. Germinação de sementes de canola da cultivar Diamond submetidas a diferentes potenciais osmóticos obtidos por diferentes concentrações dos sais NaCl e CaCl₂.

Em relação à velocidade de germinação, observou-se decréscimo linear nos valores do IVG conforme a diminuição do potencial osmótico induzido por NaCl (Figura 3). Tal resposta pode ser explicada pela redução do potencial hídrico que resulta na diminuição da velocidade de germinação através da restrição da disponibilidade de água, sugerindo que nestas sementes os mecanismos de tolerância ao estresse salino são ineficientes nessa fase (Stefanello *et al.*, 2018).

Quando avaliado o potencial osmótico para o sal CaCl₂, houve interação entre os tratamentos de sementes e os diferentes potenciais. Sementes submetidas ao tratamento com tiametoxam apresentaram uma queda mais lenta até o potencial osmótico -0,2 MPa, quando comparadas à testemunha. Porém, após esse potencial, ambos os tratamentos apresentaram valores semelhantes, próximos de zero IVG sob potencial osmótico -0,4 MPa e zero a -0,6 MPa.

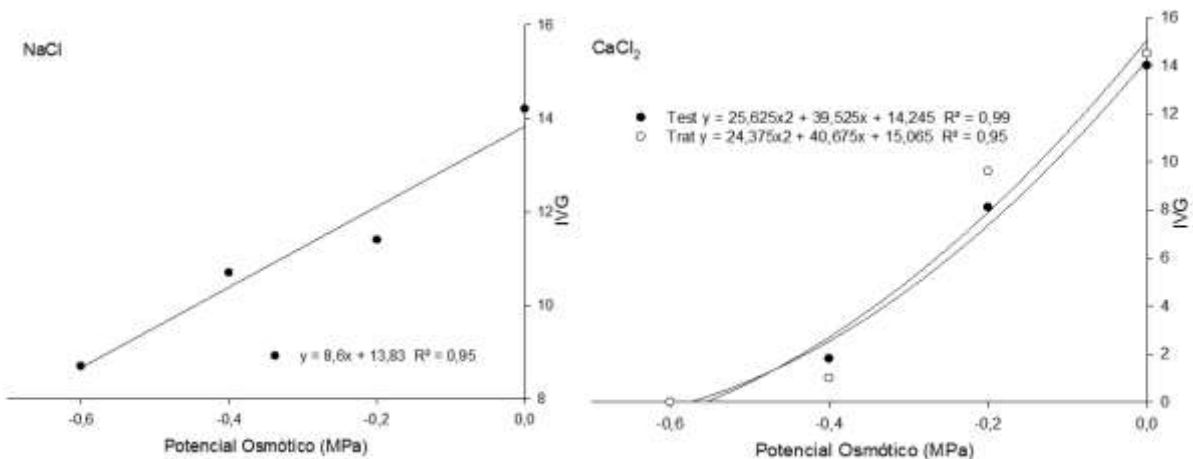


Figura 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de canola da cultivar Diamond submetidas a diferentes potenciais osmóticos obtidos por diferentes concentrações dos sais NaCl e CaCl₂.

Para o comprimento de plântulas oriundas de sementes submetidas ao estresse por NaCl, houve interação entre os tratamentos e os diferentes potenciais osmóticos, tanto para comprimento de radícula quanto para de hipocótilo (Figura 4). É possível observar que na ausência de sal, ambos os tratamentos possuem valores de comprimento semelhantes, porém, com o aumento da concentração salina há uma queda mais acentuada nos valores de comprimento de radícula e hipocótilo em plântulas oriundas de sementes sem o tratamento com tiametoxam. Essa queda ocorre devido ao baixo potencial hídrico causado pela presença de agentes osmóticos, que geralmente inibem o crescimento da parte aérea e radicular da plântula (Maciel *et al.*, 2015). Além disso, pode-se observar que o tratamento com o bioativador foi eficiente em amenizar os danos causados pelo sal.

Avaliando o efeito dos diferentes potenciais osmóticos de CaCl₂ (Figura 4), constata-se que para a variável comprimento de radícula o tratamento com o bioativador tiametoxam não apresentou efeito significativo, sendo que com a diminuição do potencial osmótico, os valores de comprimento caíram drasticamente, chegando a zero no potencial -0,6 MPa. Já para o comprimento de hipocótilo, entre os potenciais -0,2 e -0,4 MPa, as sementes submetidas ao tratamento apresentaram valores superiores de comprimento de hipocótilo, porém ambos chegaram a zero quando submetidas ao potencial -0,6 MPa.

O excesso de salinidade no solo causa diminuição da absorção de água devido ao decréscimo do potencial osmótico do substrato, trazendo como consequência a diminuição da velocidade de embebição das sementes e desenvolvimento inicial da raiz, além do efeito fitotóxico nos tecidos devido à grande quantidade de íons Na⁺ e Cl⁻ (Chaves *et al.*, 2009).

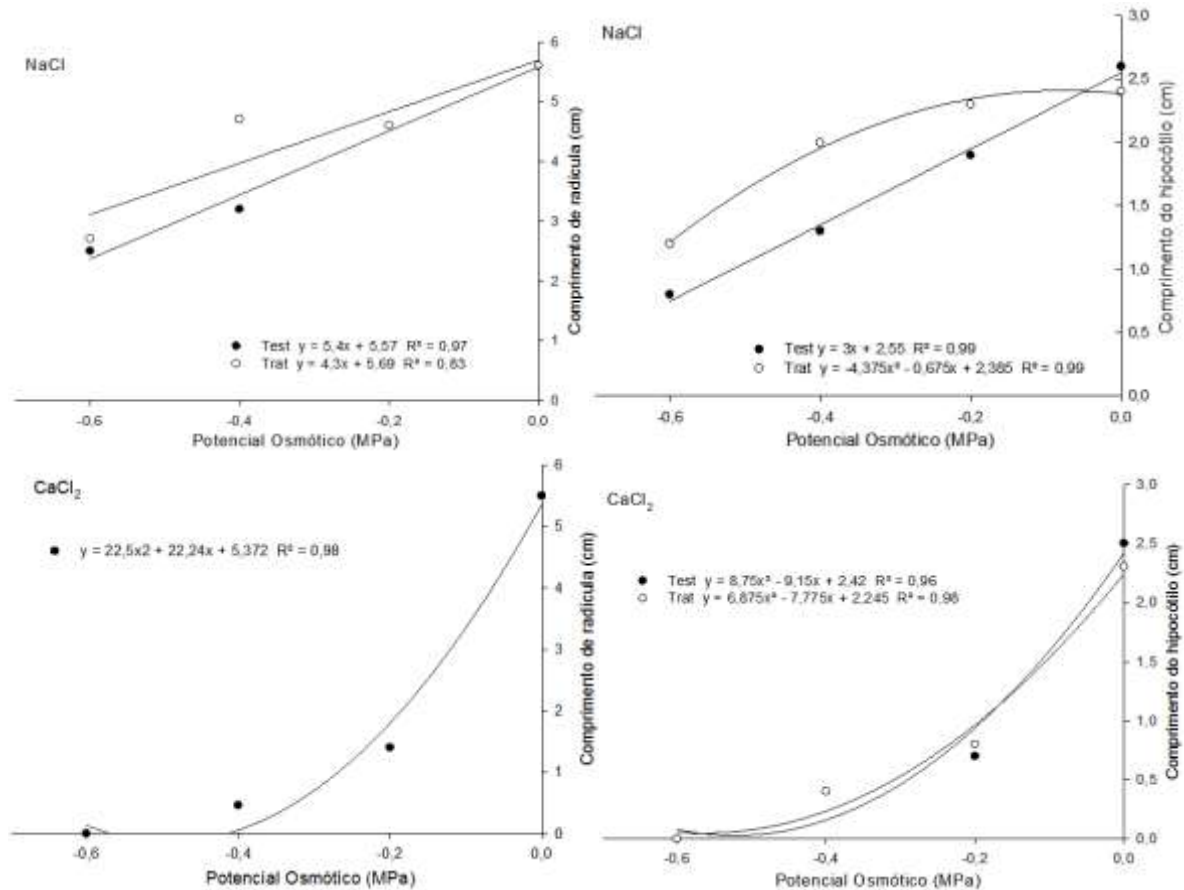


Figura 4. Comprimento de radícula e de hipocótilo de plântulas de canola da cultivar Diamond submetidas a diferentes potenciais osmóticos obtidos por diferentes concentrações dos sais NaCl e CaCl₂.

A variável massa seca de plântulas (Figura 5) apresentou queda linear com a diminuição do potencial osmótico para ambos os sais (NaCl e CaCl₂). Tal resultado demonstra que o aumento do nível salino acarreta mudanças na capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar os íons, bem como a água para manter o turgor, necessários ao seu crescimento, e, assim, restringe a obtenção de energia para o crescimento da plântula, reduzindo conseqüentemente a produção de massa seca (Nobre *et al.*, 2010).

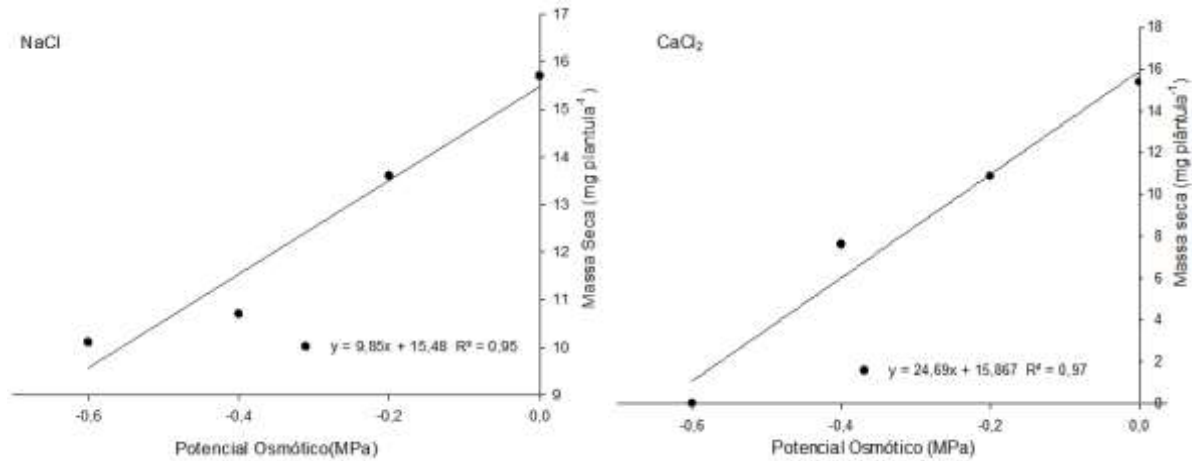


Figura 5. Massa seca de plântulas de canola da cultivar Diamond submetidas a diferentes potenciais osmóticos obtidos por diferentes concentrações dos sais NaCl e CaCl₂.

Por fim, os resultados deste estudo demonstraram que a diminuição do potencial osmótico de ambos os sais (NaCl e CaCl₂) promoveu decréscimo significativo na germinação e na fase inicial de desenvolvimento de plântulas de canola. Entretanto, as plântulas oriundas de sementes tratadas com bioativador apresentaram uma queda menos drástica no seu vigor. Esses resultados podem ser utilizados para auxiliar na decisão de uso de tratamento de sementes com i.a. tiametoxam.

4 CONCLUSÃO

O estresse salino induzido pelos potenciais osmóticos de NaCl e CaCl₂ diminuiu de maneira significativa o vigor e germinação de plântulas de canola. O tratamento de sementes com o i.a. tiametoxam se mostrou eficiente como redutor dos danos causados pela salinidade em plântulas de canola.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. S. *et al.* Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila de plântulas originadas de sementes tratadas com Tiametoxam. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 40804-40812, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-5720>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Mapa/ACS, p. 395, 2009.
- CARVALHO, D. D. C. *et al.* Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by *Trichoderma harzianum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 822-828, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000800006>

CASTELLANOS, C. I. S. *et al.* Thiamethoxam treated bean seeds performance during storage. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 1, p. 1-5, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v12i1a5408>

CASTRO, G. S. A. *et al.* Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008001000008>

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v. 103, n. 4, p. 551-560, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcn125>

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira - grãos - safra 2020/21, sétimo levantamento. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: ???

DICKMAN, L. *et al.* Comportamento de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a estresse salino. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 3, n. 1, p. 65-75, 2005. http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol3/6_resumo_abstract_v3.pdf

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de biometria**, v. 37, p. 529-535, 2019. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>

JAMIL, A.; RIAZ, S.; ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Gene expression profiling of plants under salt stress. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 30, n. 5, p. 435-458, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/07352689.2011.605739>

LAUXEN, L. R. *et al.* Physiological response of cotton seeds treated with thiamethoxam under heat stress. **Journal of Seed Science**, v. 38, n. 2, p. 140-147, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v38n2159076>

LUDWIG, E. J. *et al.* Polymer coating in soybean seed treatment and their relation to leaching of chemicals. **Revista Ambiente & Água**, v. 15, n. 6, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2602>

MACIEL, K. S. *et al.* Germinação de sementes de beterraba em condições de estresse hídrico e salino. **Nucleus**, v. 12, n. 2, p. 189-199, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3738/1982.2278.1167>

NOBRE, R. G. *et al.* Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000300006>

PALLARDY, D. S. G. **Molecules physiology of woody plants**. (Third Edition). San Diego: Academic Press, 2008. 377p.

RADMER, L. *et al.* Pythium, Phytophthora, and Phytophthora spp. associated with soybean in Minnesota, their relative aggressiveness on soybean and corn, and their sensitivity to seed treatment fungicides. **Plant disease**, v. 101, n. 1, p. 62-72, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-16-0196-RE>

ROCHA, G. C. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas - Physiological quality of treated and stored soybean seeds. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, v. 4, n. 1, p. 50-65, 2017. DOI: <https://doi.org/10.29247/2358-260X.2017v4i1.p50-65>

SANCHES, A. C. *et al.* Produtividade da canola sob irrigação e doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 688-693, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000700003>

SHRIVASTAVA, P.; KUMAR, R. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 22, n. 2, p. 123-131, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.12.001>

STEFANELLO, R.; VIANA, B. B.; DAS NEVES, L. A. S. Germinação de sementes de *Thymus vulgaris* submetidas ao estresse salino. **Caderno de Pesquisa**, v. 30, n. 2, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.17058/cp.v30i2.12220>

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. 888p.

TOMM, G. O. *et al.* **Desempenho de genótipos de canola (*Brassica napus L.*) no nordeste do estado da Paraíba, nordeste do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 15p.