

INTERFERÊNCIA DO ESTRESSE SALINO SOBRE O POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CANOLA (*Brassica napus* L. var. oleifera)

INTERFERENCE OF SALT STRESS ON THE PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF CANOLA (*Brassica napus* L. var. oleifera)

Roberto Piotrowski¹; Fernanda Cristina de Oliveira Gonçalves²; Tereza Cristina de Carvalho³

Resumo: A canola é uma oleaginosa que apresenta diversas utilidades gerando lucro econômico apreciável para os países que a cultivam. No entanto, o aumento da produção e do seu consumo levam a diversas pesquisas sob vários aspectos, mas mesmo assim, ainda existem poucos estudos sobre a interferência do estresse salino sobre o potencial fisiológico de sementes de canola. Como objetivo, esse estudo visa avaliar a qualidade fisiológica de sementes de canola, condicionadas a distintos níveis de estresse salino proporcionado pelo cloreto de sódio. Para realização do trabalho, usou-se sementes de canola, da cultivar Hyola 571, condicionadas as dosagens crescentes de Cloreto de Sódio, à saber: 0, 5, 15, 30, 60 e 120 mmolL⁻¹ de NaCl. As análises realizadas consistiram da determinação do grau de umidade das sementes, e dos testes de germinação, massa fresca e seca, comprimento total de plântula, comprimento radicular e da parte aérea da plântula e a emergência de plântula. Por meio dos resultados obtidos, conclui-se que, o estresse salino ocasionado nas sementes de canola, nas concentrações mais elevadas, especialmente 60 e 120 mmol L⁻¹ de NaCl atuou de forma negativa na germinação e no vigor destas sementes. Plântulas de canola são sensíveis a salinidade do substrato, tendo um baixo crescimento e desenvolvimento, quando os níveis de salinidade são elevados.

Palavras-chave: Colza, NaCl, Germinação, Vigor.

Abstract: Canola is an oilseed that has several utilities generating economic profits sensible for countries to grow. However, increased production and consumption lead to several studies in many ways, but even so, there are still few studies on the interference of salt stress on the physiological potential of canola seed. The objective, this study aims to evaluate the physiological quality of canola seed, conditioned to different levels of salt stress provided by sodium chloride. To carry out the work, he used canola seed of the cultivar Hyola 571, conditioned increasing dosages of sodium chloride, namely, 0, 5, 15, 30, 60 and 120 mmolL⁻¹ of NaCl. The analyzes consisted of determining the moisture content of the seeds, and germination, fresh and dry weight, total length of seedling, root length and shoot and seedling emergence seedling. Through the results obtained, it is concluded that the salt stress caused in canola seed, at higher concentrations, especially 60 and 120 mmolL⁻¹ of NaCl acted negatively on germination and vigor of seeds. Canola seedlings are sensitive to salinity of the substrate, with low growth and development when salinity levels are high.

Key-words: Rape, NaCl, Germination, Vigor.

¹ Eng.Agr., Ponta Grossa, PR - Brasil, E-mail: robertopiotrowski@hotmail.com

² Eng.Agr., Ponta Grossa, PR - Brasil, E-mail: fernandacristinaortiz1997@gmail.com

³ Eng.Agr., Professora Pós-Doutora da Faculdades Integradas do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, PR - Brasil, E-mail: tcdcarva@gmail.com (autor para correspondência).

INTRODUÇÃO

A cultura da canola vem ganhando destaque significativo no cenário global devido à sua utilidade no consumo alimentar e na produção de biodiesel. Isso tem se mostrado uma oportunidade lucrativa para os agricultores, o que tem motivado um crescimento substancial de sua plantação no Brasil (LIMA *et al.*, 2017).

A canola foi resultado do trabalho de criadores de plantas do Canadá que modificaram a colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera*), membro da família das crucíferas e do gênero *Brassica*. Atualmente, o óleo derivado da canola, livre de ácido erúico e com uma composição equilibrada de ácidos graxos, é amplamente considerado ideal para aplicações tanto nutricionais quanto não alimentares, incluindo produção de biocombustíveis, tensoativos para detergentes, plásticos biodegradáveis e óleos hidráulicos (FRIEDT, 2007).

A produção global de grãos de canola aumentou significativamente, passando de pouco mais de 8 milhões de toneladas durante os anos 1970 para mais de 60 milhões no início dos anos 2010, como relatado pelo USDA em 2014. Segundo dados da Conab 2021, com uma produção chegando a 40,8 mil toneladas, a canola é plantada em cerca de 40,1 mil hectares na região Sul do Brasil, com os Estados do Rio Grande do Sul e do Paraná respondendo por praticamente toda a produção nacional.

Diante do aumento do consumo da canola, e em paralelo, a expansão do seu cultivo, estudos sobre a canola começaram a surgir, abordando diferentes aspectos, como, por exemplo, para a cultura da canola existem poucos trabalhos que avaliam o comportamento da cultura mediante uma condição de estresse salino.

De modo geral, o estresse ocorre devido a vários fatores como temperatura, condições hídricas, tipo de solo, entre outros fatores que em conjunto com a salinidade, podem contribuir no baixo desenvolvimento da planta (NILSEN; ORCUTT, 1996). O estresse salino representa um dos principais desafios na produção agrícola, especialmente em regiões áridas e semiáridas. Com o intuito de reduzir os impactos negativos na agricultura, procura-se alternativas para aproveitar áreas que não estão sendo usadas, adotando variedades agrícolas capazes de tolerar essas condições. Além disso, há um esforço em pesquisar substâncias que possam reverter os danos causados pela salinidade durante o cultivo (KAISER *et al.*, 2016).

A salinidade do solo figura entre os principais fatores abióticos que causam estresse nas plantas. Esse fenômeno desencadeia alterações bioquímicas, fisiológicas e morfológicas que afetam o desenvolvimento, crescimento e produtividade das plantas, principalmente pela limitada capacidade de absorção de água do solo. A salinidade pode ter origens diversas, como salinidade natural, práticas inadequadas de irrigação e fertirrigação, problemas de drenagem e até adubação em linha em condições de baixa umidade do solo. Cerca de 20% das terras em todo o mundo e 33% das terras agrícolas irrigadas enfrentam altos níveis de salinidade (SHRIVASTAVA; KUMAR, 2015), com projeções de que até 50% das terras aráveis estarão salinizadas até 2050, em parte devido aos impactos adversos das mudanças climáticas (JAMIL *et al.*, 2011).

Quanto as colocações, há pouca disponibilidade de estudos voltados para a questão do estresse salino provocado por NaCl na cultura da canola; o que encontra-se são pesquisas sobre o estresse salino para outras culturas como no pinhão, goiabeira, caju, sorgo (SOUZA *et al.*; 2010, FARIAS, 2008, ALVEZ *et al.*, 2011).

Silva *et al.*, (2018) destacam a negatividade provocada pela salinidade na cultura do repolho a influência dos variados níveis de potencial osmótico foi significativa na germinação e no desenvolvimento das plântulas. Evidenciado que o NaCl foi responsável por induzir fitotoxidez em sementes de repolho, desencadeando modificações celulares que afetam negativamente os processos fisiológicos durante a germinação e o crescimento das plântulas.

Outra cultura destacada por Farias (2008) é a goiabeira que colocada sob o aumento da salinidade faz com que perca o cálcio (Ca); nutriente importante para manutenção das membranas. Já no caju, teores de potássio (K) nos tecidos vegetais são reduzidos quando aplica-se NaCl devido a competição de seus compostos fazendo com que a raiz aumente o fluxo de potássio (ALVEZ *et al.*, 2011).

O nabo forrageiro revela sensibilidade à salinidade, evidenciando seus impactos nas sementes sujeitas ao estresse salino (NaCl). Houve uma diminuição na taxa de germinação conforme o potencial osmótico foi reduzido. A inibição causada pela salinidade não se limita apenas ao efeito tóxico dos sais, mas também à seca fisiológica resultante. A elevação da concentração de sais leva a uma diminuição do potencial osmótico, resultando em redução do potencial hídrico, o que pode afetar a absorção de água pelas sementes e aumentar os níveis tóxicos de íons no embrião (OLIVEIRA; CRUZ; MARTINS, 2019)

Outro trabalho realizado por Silva e Talhaferro (2014), abordaram estudos sobre a germinação e crescimento inicial de plântulas de canola em condições de salinidade; onde concluíram que a salinidade causada por NaCl reduz a germinação destas sementes. Nos seus estudos o cultivar Hyola 433 foi o mais sensível ao estresse salino, visto que as autoras colocam como o período mais complicado de uma cultura a fase da germinação quando submetida à salinidade. Estas colocações poderão ser visualizadas por meio da utilização de valores crescentes de Cloreto de sódio para averiguação da situação de estresse salino pela presente pesquisa.

Ludwig *et al.* (2021), avaliando as respostas fisiológicas em sementes e plântulas de canola submetidas a estresse salino indicaram que a redução do potencial osmótico de ambos os sais (NaCl e CaCl_2) resultou em uma diminuição considerável na germinação e na fase inicial de crescimento das plântulas de canola. O estresse salino causado pelos potenciais osmóticos de NaCl e CaCl_2 teve um impacto significativo na vitalidade e germinação das plântulas de canola.

Sementes com um alto potencial fisiológico são mais eficientes ao utilizar suas reservas de energia, resultando em uma germinação rápida e uniforme mesmo em condições desfavoráveis, resultando em plantas de qualidade superior. Sementes de alta qualidade fisiológica facilitam a transferência mais efetiva de reservas dos cotilédones ou endosperma para o eixo embrionário durante o processo de germinação, o que leva ao desenvolvimento de plântulas mais robustas. (PÊGO *et al.*, 2011).

Dessa forma, torna-se importante desenvolver pesquisas com diferentes intuitos que envolvam a salinidade com NaCl, como, por exemplo, para verificar se o estresse salino provoca alterações no potencial de germinação e no vigor de sementes de canola, bem como no desenvolvimento de plântulas de canola, submetidas a distintos níveis de salinidade do substrato; para que estes dados obtidos possam servir de apoio em outras discussões sobre o assunto.

Nesse contexto, a quantidade empregada de NaCl nas análises a serem realizadas poderão assemelhar-se a salinidade presente em solo. Esta condição de salinidade pode ser verificada em solos de regiões áridas e semiáridas encontradas pelo mundo devido à baixa precipitação, drenagens que são realizadas de modo ineficiente e ainda o uso de água de má qualidade contribuem para a alta concentração de sais que levam a formação de solos com características salinas (HOLANDA *et al.*, 2007).

Conforme aborda Figueiredo (2005) e Wanderley (2009), em muitos outros casos de salinidade também estão presentes o uso indiscriminado de fertilizantes com índices salinos elevados entre eles o Cloreto de Sódio (NaCl) que prejudicam, por exemplo, a germinação de sementes e consequentemente plantas muitos jovens são prejudicados.

Portanto a partir de variantes como avaliar as alterações na germinação e no vigor de sementes, bem como no desenvolvimento de plântulas de canola, submetidas a distintos níveis

de salinidade. O objetivo deste trabalho foi de avaliar a qualidade fisiológica de sementes de canola, condicionadas a distintos níveis de estresse salino proporcionado pelo cloreto de sódio.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Sementes do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, em Ponta Grossa, Estado do Paraná. Utilizaram-se sementes de canola da cultivar Hyola 571, produzida na safra 2015/15 da classe certificada.

As sementes utilizadas na pesquisa foram classificadas de acordo com suas características físicas, seguindo as colocações de Nakagawa (1999). Para composição dos tratamentos, adotou-se procedimento descrito por Carvalho *et al.*, (2012), sendo adotado as seguintes dosagens de NaCl, à saber: a) tratamento testemunha (sem NaCl, na qual foi utilizada água destilada); b) 5 mmolL⁻¹ de NaCl; c) 15 mmolL⁻¹ de NaCl; d) 30 mmolL⁻¹ de NaCl; e) 60 mmolL⁻¹ de NaCl; e f) 120 mmolL⁻¹ de NaCl. Tais valores de salinidade, correspondem aos seguintes valores de condutividade elétrica (CE): 0,08; 1,41; 2,71; 5,04 e 9,53 dS m⁻¹, respectivamente.

Os tratamentos simulando o estresse salino foram definidos a partir da solução de NaCl e usado por CARVALHO *et al.* (2012), e de acordo com a EMBRAPA (1999), que relata que o caráter salino na CE a 25°C é maior ou igual a quatro e menor que 7dS m⁻¹ enquanto o caráter sálico é maior ou igual a 7dS m⁻¹.

Os dados obtidos em cada teste, exceto para a determinação do grau de umidade, foram submetidos à análise de variância pelo teste F (P<0,01) e de regressão, sendo os modelos escolhidos com base no coeficiente de determinação e na sua significância; utilizou-se o sistema de análise para microcomputadores ASSISTAT. Considerou-se para cada tratamento, a utilização de quatro repetições. Foi utilizado o programa estatístico Assistat (SILVA, 2016). O quadro de análise estatística, segue detalhado no Apêndice A, ao final do item Referências.

Abaixo segue a descrição dos testes que foram realizados no experimento:

do teor de água: utilizou-se o método da estufa a 105°C, por 24 horas determinou o grau de umidade das sementes e obteve-se resultados por meio de duas subamostras de 5 gramas de sementes. Os resultados foram expressos na base úmida, por meio da média das duas subamostras.

Teste de Germinação: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, semeadas em bandejas de plástico (tipo Gerbox), forradas com dois papéis mata borrão, umedecido com soluções de NaCl previamente descrita, para cada tratamento, com mesmo volume equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco e mantido em germinador a uma temperatura constante de 20°C, sendo que o teste foi avaliado e encerrado ao sétimo dia após a semeadura.

Massa fresca: para esta análise adotou-se o procedimento igual do teste de germinação, conforme procedimento descrito por Nakagawa (1999); usando em cada repetição 10 sementes. A massa fresca de plântulas foi determinada pesando-se as plântulas frescas pertencentes a cada repetição, de cada tratamento.

Massa seca: por meio da determinação da massa fresca realizou-se o teste em conjunto para encontrar a massa seca. Por período de 48 horas em temperatura de 80°C na estufa, conforme procedimento descrito por Nakagawa (1999); colocaram-se as plântulas dentro de envelopes de papel para determinação da massa seca. Passado o período de 48 horas, retirou-se

da estufa os envelopes para que fosse realizado a pesagem dos mesmos. Com este procedimento a massa seca de plântulas foi obtida, ressaltando que por meio da média fornecida em gramas de cada plântula normal conseguiu-se obter os resultados.

Comprimento de plântula: juntamente com a obtenção dos resultados da massa fresca realizou-se a determinação do comprimento de plântulas, para cada tratamento foram usadas 10 sementes mantidas em um germinador com uma temperatura constante de 20°C, umedecido com volume equivalente de 2,5 vezes o peso do papel seco, com a respectiva solução de correspondente a cada tratamento. Ao final de sete dias fez-se a avaliação e medição das plântulas, usando uma régua milimetrada, para medição da parte aérea, do sistema radicular das plântulas normais germinadas, determinando assim, o comprimento médio das plântulas normais de cada tratamento.

Por fim destaca-se que os resultados fornecidos foram em centímetros da parte aérea da plântula (todos os órgãos que estão acima da terra: medida a partir da base da plântula até o ápice), o sistema radicular (desde a base do hipocótilo até a extremidade da raiz primária) e da plântula inteira (comprimento total de plântula).

Emergência de plântula: foram adotados quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, sendo as sementes semeadas em substrato vermiculita. Adotou-se, caixas de plástico com 200 células. A cada três dias, as plântulas foram irrigadas com soluções de cloreto de sódio, nas concentrações acima descritas para cada tratamento. Ao final de 14 dias, as plântulas normais emergidas de cada repetição para cada tratamento adotado, foram contadas. Os resultados foram expressos em porcentagem, por meio da média das plântulas normais emergidas para cada tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grau de umidade das sementes de canola usadas no experimento apresentaram valores de 8,7%, sendo este valor uniforme para as sementes pertencentes a cada tratamento. É importante que o grau de umidade das sementes apresente valores similares, uma vez que a uniformidade do teor de água é fundamental para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (MARCOS-FILHO, 2015).

O grau de umidade das sementes de canola (8,7%), no início na instalação do experimento é favorável a sua conservação durante o período de armazenamento, pois proporciona baixa atividade respiratória (MARCOS-FILHO, 2015). Tal fato, permitiu preservar a qualidade fisiológica destas sementes, no seu período de armazenamento. Quando estas sementes estão em campo (espécie da canola), em condições de serem colhidas, ou seja, logo após a maturidade fisiológica, o grau de umidade destas, estão em torno de 35,0%, a partir da qual perde água até atingir o ponto de colheita.

Outras culturas de oleaginosas como a mamona, o grau de umidade das sementes, compreende entre 6,0 até 10,0% (BRAGA-JUNIOR *et al.*, 2010). O amendoim também apresenta um grau de umidade que se aproxima de 9,0%, durante sua conservação em armazenamento.

As sementes de oleaginosas são consideradas por Puzzi (2000), como sementes que perdem água mais facilmente em virtude de possuírem grandes quantidades de lipídeos.

Os dados referentes a germinação para as sementes de canola (*Brassica napus* L. var. oleifera) estão expostos na Figura 1. Nas sementes de canola utilizou-se um volume de NaCl equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco onde estavam semeadas, mantidas em um germinador a uma temperatura constante de 20°C. Avaliando os dados de germinação das sementes de canola (Figura 1), verifica-se que, o NaCl, foi favorável para o processo

germinativo até a dosagem de 30 mmolL^{-1} de NaCl. Com as outras dosagens o processo germinativo foi regredindo em virtude da presença de maiores proporções de NaCl na amostra, pois quanto mais salina for a amostra, maior dificuldade em desenvolver a germinação da semente.

Assim a existência de sais na solução faz com que a pressão osmótica fique menor à das células pela dificuldade de absorver água. Tal fato afetará a retomada do crescimento pós-embrionário, que refere-se ao processo germinativo das sementes interferindo no desenvolvimento das plântulas (HARDING *et al.*, 1958; SANTOS *et al.*, 1992 e CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Em relação da utilização de NaCl para verificação da germinação de sementes de canola, puderam ser destacados em estudos de autores como Bliss *et al.*, (1986) quando verificaram que a presença de sais na solução do solo, principalmente NaCl, apresenta ação contrária à germinação das sementes por efeito osmótico e/ou tóxico. De certa forma, isso pode ser verificado com as sementes de canola quando elas apresentaram decréscimos bastante acentuados no processo germinativo com as dosagens mais elevadas utilizadas (120 mmol.L^{-1}).

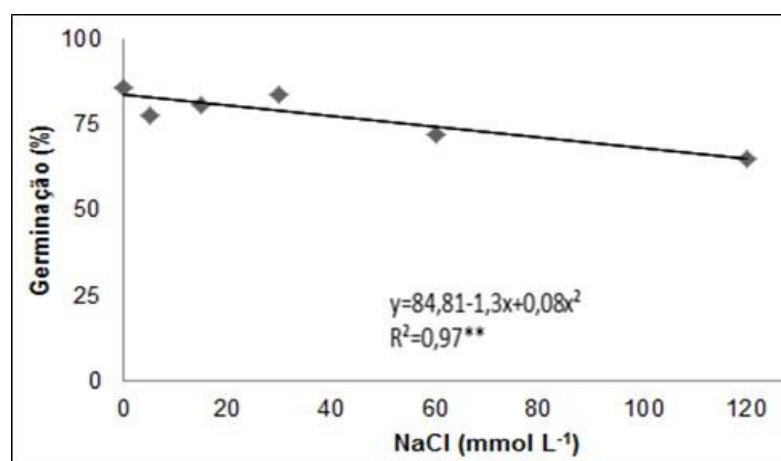


FIGURA 1- Análise de regressão da porcentagem de germinação para sementes de colza submetidas a distintas condições de salinidade pelo NaCl.

Por outro lado, tem se verificado a utilização do cultivo da canola como estratégia de substituição de culturas como o trigo na rotação de cultura na época de inverno. Muitos produtores tem buscado essa estratégia devido a economia que a canola propicia se comparada ao trigo. No entanto, é necessário atenção quanto a salinidade do solo, pois os sais em elevadas concentrações pode ser maléfico ao processo germinativo.

Ao analisar os dados de massa fresca (Figura 2A) nota-se que as sementes de canola tiveram índices significativos nas quantidades entre 30 mmolL^{-1} e 60 mmolL^{-1} . Dessa forma o valor de massa fresca diminuiu quando atribuiu a maior quantidade que é de 120 mmol.L^{-1} nas sementes de canola. Podendo constatar que a redução dessa variável ocorre quando eleva-se a concentração da solução, tal fato pode ser atribuído aos efeitos depressivos do estresse salino. (SCHOSSLER, *et al.*, (2012).

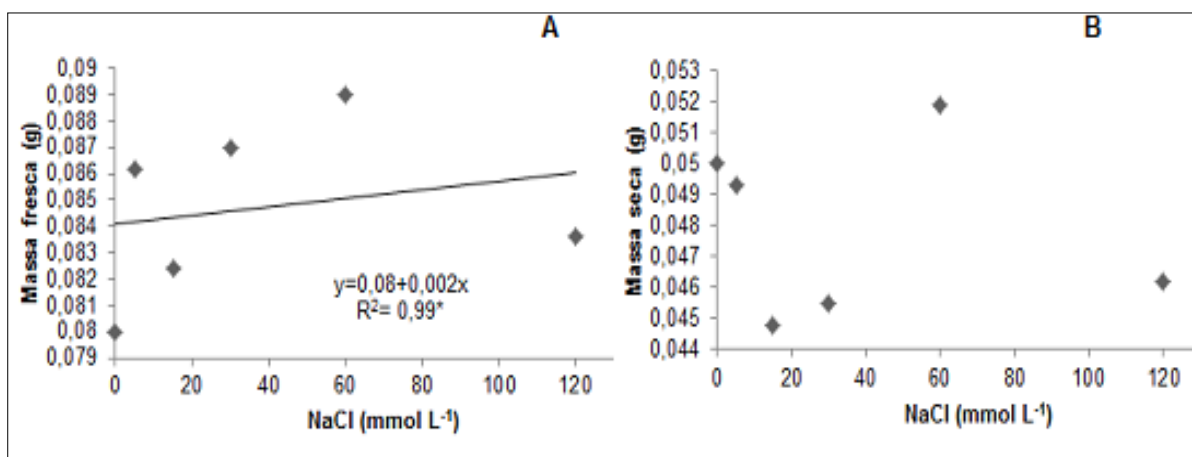


FIGURA 2 – Análise de regressão da porcentagem de massa fresca (A) e de massa seca (B) para sementes de colza submetidas a distintas condições de salinidade pelo NaCl.

Os resultados de massa seca (Figura 2B) estão representados com índices não significativos; pois não houveram diferenças significativas para esta variável. Os autores como Meza *et al.*, (2007) colocaram que a redução da taxa do metabolismo faz com que a respiração das sementes seja reduzida, e isto faz com que seja afetado a massa seca devido a não absorção de água provocado pelo estresse salino à semente no momento da respiração.

Complementando o pensamento de Meza *et al.* (2007) e Vieira (1994), destaca em seus estudos que o desenvolvimento e o comportamento inicial indicam uma qualidade fisiológica maior, mas a medida que as dosagens de NaCl foram sendo aumentadas, essa qualidade fisiológica diminuiu, podendo a respiração ser um desses indicativos fisiológicos das plantas que refletirão no acúmulo de matéria seca nas plantas. O autor ainda descreve que a qualidade respiratória realizada pela planta reflete no acúmulo de matéria seca.

De modo geral, quando as concentrações salinas de NaCl aumentaram, as sementes de canola tiveram menor absorção de água fazendo com que os seus processos fisiológicos e bioquímicos também fossem afetados. Desta forma, houve um reduzido acúmulo de massa pela plântula, o que proporcionou um reduzido desenvolvimento.

Rebouças *et al.*, (1989), relataram que plântulas que originam-se de um local com maior quantidade de NaCl, tem um desenvolvimento menor, o que afeta consequentemente no acúmulo da matéria seca. Isto pode ser comparado com os índices de 15 e 30 mmol L⁻¹ de NaCl, e em dosagens mais elevadas tal como 120 mmol L⁻¹ de NaCl, quando levaram as diminuições do peso da massa seca das plântulas de canola.

Assim Moraes *et al.*, (2005) indicaram que plântulas terão um pequeno aumento na sua massa seca, quando condicionadas a altas concentrações de NaCl, devido à dificuldade de absorção de água pela semente.

Ao analisar os dados do comprimento total da plântula (Figura 3A), emergência de plântulas (Figura 3B), comprimento da parte aérea (Figura 4A) e o comprimento de raiz da plântula (Figura 4B) mediante as diferentes quantidades aplicadas de NaCl, observa-se de modo geral que na dosagem de 120 mmol L⁻¹ de NaCl foi o pior índice para a determinação do comprimento de raiz, comprimento da parte aérea e do comprimento total da plântula.

Verificando especificamente o comprimento total da plântula de canola (Figura 3A), permitiu melhores resultados quando a dose utilizada foi de 15 mmol.L⁻¹ de NaCl, e quando não aplicou-se nenhuma quantidade de NaCl (tratamento testemunha). Assim, nessas duas situações os resultados foram significativos perante o resultado das aplicações com outras dosagens.

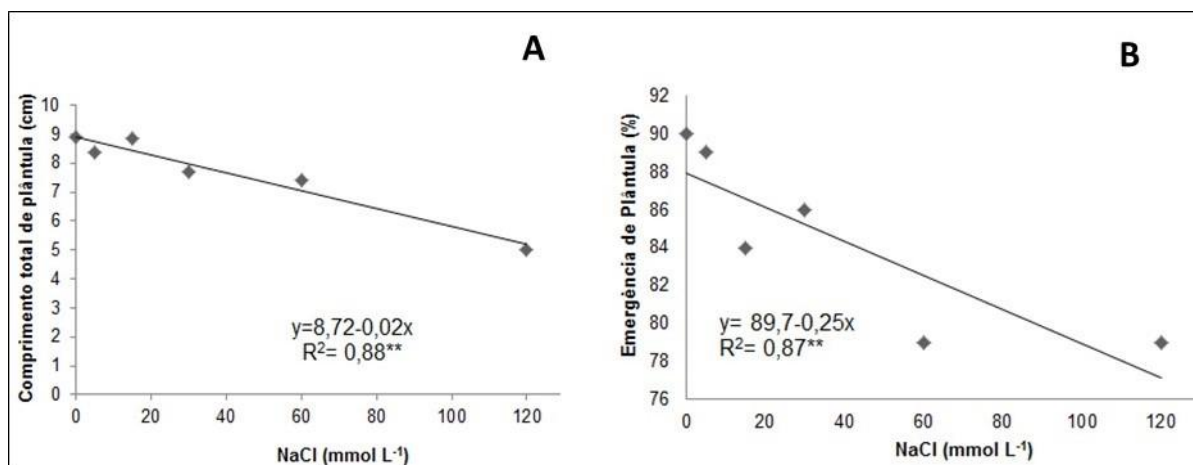


FIGURA 3 – Análise de regressão da porcentagem do comprimento total (A) e emergência das plântulas (B) para sementes de colza submetidas a distintas condições de salinidade pelo NaCl.

Para o item emergência de plântula (Figura 3B) consta nos dados obtidos que com os tratamentos às concentrações de 60 e 120 mmol L⁻¹ de NaCl apresentaram valores similares levando a situações de declínio gradativo de emergência de plântula. Destaca-se que no início do desenvolvimento das plântulas, ou seja, quando esta ocorrendo o processo germinativo das sementes, foram os valores mais significativos a se considerar, principalmente quando não aplicou-se nenhuma dosagem de NaCl e no valor de 5 mmol L⁻¹ de NaCl.

Portanto autores como Bewley e Black (1994) colocam que a alta salinidade retarda o metabolismo e o transporte de reservas ao embrião. Esse fato indica, que o processo de germinação ocorre de forma lenta, pois são estes nutrientes que irão conferir energia para o desenvolvimento da futura plântula.

Com esta situação foi possível constatar o aumento de estresse hídrico, pois a salinidade alta consegue afetar as plântulas que estão em desenvolvimento (PEREIRA; LOPES, 2011), reduzindo o comprimento das plântulas de canola.

Analizando os resultados das avaliações para o comprimento da parte aérea das plântulas de canola (Figura 4A) tiveram um crescimento melhor quando aplicou-se a dosagem de 15 mmol L⁻¹ de NaCl superando quando não aplicou-se nenhuma quantidade de NaCl nas sementes de canola.

Esses dados são reflexos do estresse hídrico provocado pelo NaCl em quantidades maiores, visto que em quantidades menores isto não foi verificado, uma vez que, remete-se que esses valores foram obtidos pela dificuldade ou facilidade de absorção de água pelas plântulas.

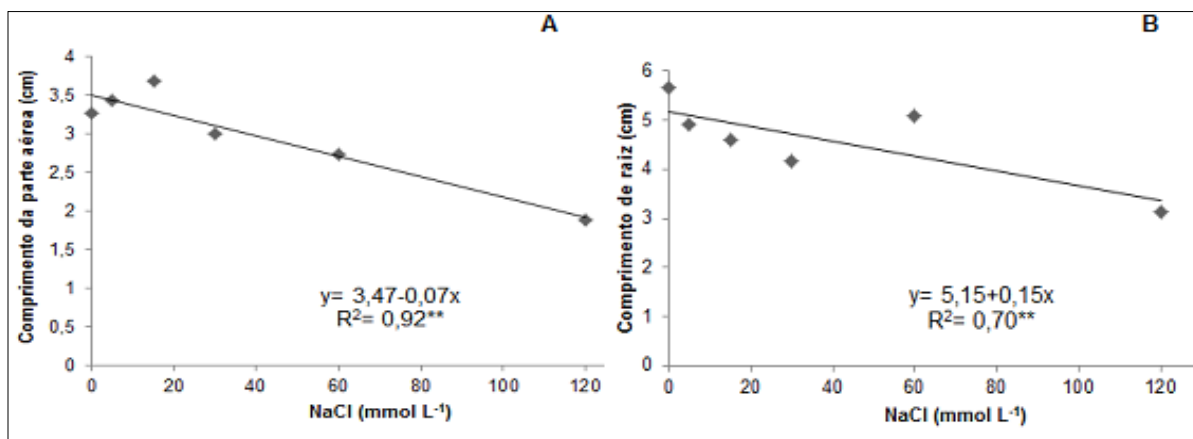


FIGURA 4 – Análise de regressão de porcentagem do comprimento da parte aérea (A) e comprimento de raiz (B) das plântulas para sementes de colza submetidas a distintas condições de salinidade pelo NaCl.

Em relação aos dados obtidos para o comprimento de raiz (Figura 4B), as melhores médias foram quando se utilizou nenhuma dosagem de NaCl, mas decaiu quando aplicou-se 120 mmol L⁻¹ de NaCl, sendo esta a maior dosagem de NaCl utilizada nesta pesquisa gerando o estresse salino para as plântulas.

De acordo com a análise generalizada dos dados alcançados pela presente pesquisa, permitiu considerar o uso de NaCl em sementes de canola, afeta a germinação, especialmente em dosagens mais altas.

Já a massa fresca quando não aplicou nenhuma quantidade de NaCl o valor obtido dela foi menor se comparado com o valor de 60 mmol L⁻¹ de NaCl (Figura 2A). Para a massa seca (Figura 2B), o valor obtido foi diferente em comparação a massa fresca, obtendo o maior valor quando não aplicou-se nenhuma quantidade de NaCl, mas ao aplicar a dosagem de 15 e 120 mmol L⁻¹ de NaCl, os valores diminuiram consideravelmente.

Para o comprimento total de plântula (Figura 3A), o comprimento de raiz (Figura 4B) e o comprimento da parte aérea de plântula (Figura 4A), os tratamentos com adoção de 120 mmol L⁻¹ de NaCl, foram considerados como os de piores resultados, devido ao estresse salino provocado pelas dosagens mais alta de NaCl, com destaque para a parte aérea com o valor de 15 mmol L⁻¹ de NaCl sendo o melhor índice a ser considerado. Para o comprimento total da plântula (Figura 3A), o estresse salino sob o efeito do NaCl foi mais visível com a maior dosagem aplicada, ou seja, 120 mmol L⁻¹ de NaCl, visto que a não aplicação de NaCl nas sementes de canola e 15 mmol L⁻¹ de NaCl, demonstraram valores iguais no comprimento total das plântulas.

Por fim, apurando os dados de emergência de plântula (Figura 3B), os valores maiores aplicados de NaCl levaram a um estresse salino elevado, sendo demonstrado quando as plântulas foram medidas depois de 14 dias conquistando valores mínimos para a emergência da plântula, especialmente em doses elevadas de salinidade.

CONCLUSÃO

O estresse salino ocasionado nas sementes de canola, nas concentrações mais elevadas, especialmente 60 e 120 mmol L⁻¹ de NaCl atuou de forma negativa na germinação e no vigor destas sementes. Plântulas de canola são sensíveis à salinidade do substrato, tendo um baixo crescimento e desenvolvimento, quando os níveis de salinidade são elevados.

REFERÊNCIAS

- ALVES, F. A. L.; SILVA, S. L. F.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V. L. A. Efeito do Ca^{2+} externo no conteúdo de Na^+ e K^+ em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.602-608, 2011.
- AVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ALBRECHT, L. P. Adubação potássica em canola e seu efeito no rendimento e na qualidade fisiológica e sanitária das sementes. **Revista Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.26, n.4, p.475-481, 2004.
- BEVILÁQUA, G. A. P.; ANTUNES, I. F.; ZUCHI, J.; MARQUES, R. L. L. **Indicações técnicas para produção de sementes de plantas recuperadoras de solo para a agricultura familiar**. 2008.
- BEVILAQUA, M. R. R.; ZONETTI, P. C. **Influência do estresse salino na germinação de sementes de canola (*Brassica napus* L.)**. 2006.
- BEWLEY, J. D.; PRETO, M. **Sementes: fisiologia do desenvolvimento e germinação**. Plenum Press: New York, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Mapa/ACS, Brasília, 2009.
- CARVALHO, T. C.; SILVA, S.S.; SILVA, R.C.; PANOBIANCO, 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.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira - grãos - safra 2020/21, sétimo levantamento. 2021.
- DE MORI, C.; TOMM, G. O.; FERREIRA, P. E. P. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da canola no mundo e no Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014. 36 p. (Embrapa Trigo. Documentos online, 149).
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999.
- ESTEVEZ, R. L.; DUARTE, J. B.; CHAMBO, A. P. S.; CRUZ, M. I. F. A cultura da canola (*Brassica napus* var. oleifera). **Scientia Agraria Paranaensis**, v.13, n.1, jan./mar., p.1-9, 2014.
- FARIAS, S. G. G. **Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral de glicirídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.))**. 61f. (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil, 2008.
- FIGUEIRÊDO, A. F. R. **Análise do risco de salinização dos solos da bacia hidrográfica do Rio Colônia – Sul da Bahia**. 84 f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2005.

FRIEDT, W. Plant breeding: assessment of genetic diversity in crop plants and its exploitation in breeding. *Progress in Botany*, v. 168, p. 152-177, 2007

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, p.39-50, 2007.

IRIARTE, I.; VALETTI, O. **Tecnologia de cultivo**. Chacra Experimental Integrada Três Arroios: Barrow, 2008.

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.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHU, M. J. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

JUNIOR, J. M. B. SILVA, K. R. G. LIMA, C. R. SANTOS, S. R. N. **Produção de sementes oleaginosas**. 2010.

KAISER, I. S.; MACHADO, L. C.; LOPES, J. C.; MENGARDA, L. H. G. Efeito de liberadores de óxido nítrico na qualidade fisiológica de sementes de repolho sob salinidade. *Ceres*, v.63, n.1, p.39-45, 2016.

KRAMER, P. J. Cinquenta anos de progresso na investigação das relações de água. **Revista Planta Fisiológica de Waterbury**, v. 54, n. 4, p. 463-471, 1974.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H. A. Influência do cálcio sobre o crescimento e solutos em plântulas de sorgo estressadas com cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 2, p. 289-295, 2004.

LIMA, L. H. S.; BRACCINE, A. L.; SCAPIM, C. A.; PICCININ, G. G.; PONCE, R. M. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de canola em diferentes épocas de semeadura. **Revista Ciência Agronômica**, v. 8, n 2, p. 374-380, 2017.

LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. In: **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, nº 3, p. 079-085, 2008.

LUDWIG, E. J.; SILVA, J. R.; BASTIANI, G. G.; STEFANELLO, R.; NUNES, U. R.; HELDWEIN, A. B. Respostas fisiológicas em sementes e plântulas de canola tratadas com tiametoxam e submetidas a estresse salino. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 16, n. 3.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 2015.

MEZA, N.; ARIZALETA, M.; BAUTISTA, D. Efecto de lasalinidad em la germinación y emergencia de semillas de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Revista de la Facultad de Agronomía**, v.24, n.4, p.69-80, 2007.

MORAES, G. A. F.; MENEZES, N. L.; PASQUALLI, L. L. Comportamento de sementes de feijão sob diferentes potenciais osmóticos. **Ciência Rural**, v.35, n. 4, p.776-780, 2005.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F. C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999.

NILSEN, E. T.; ORCUTT, D. M. **A fisiologia das plantas sob estresse - Fatores abióticos**. Nova Iorque: John Wiley, 1996.

OLIVEIRA, S. S. C.; CRUZ, S. J. S.; MARTINS, C. C. Estresse hídrico e salino na germinação de sementes e crescimento de plântulas de nabo forrageiro. **Magistra**, v. 30, p. 435-444, 2019.

PÊGO, R. G.; NUNES, U. R.; MASSAD, M. D. Qualidade fisiológica de sementes e desempenho de plantas de rúcula no campo. **Revista Ciência Rural**, v.41, n.8, p.1341-1346, 2011.

PEREIRA, M. D.; LOPES, J. C. Germinação e desenvolvimento de plântulas de pinhão manso sob condições de estresse hídrico simulado. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p.1837-1842, 2011.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagens de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000.

REBOUÇAS, M. A.; FAÇANHA, J. G. V.; FERREIRA, L. G. R.; PRISCO, J. T. Crescimento e conteúdo de N, P, K e Na em três cultivares de algodão sob condições de estresse salino. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, n.1, p.79-85, 1989.

SCHOSSLER, T. R.; MACHADO, D. M.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PIAUILINO, A. C. **Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas**. 2012.

SHAHIDI, F. **Canola e de colza: Produção, Química, Nutrição e Tecnologia de processamento**. New York: AVI, 1990.

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.

SILVA, E. C.; VIÇOSI, K. A.; OLIVEIRA, L. A. B.; GALVÃO, C. S. Estresse salino na germinação e vigor de sementes de repolho. **Revista Scientia Agraria Paranaensi**, v. 17, n. 3, p. 374-377, 2018.

SILVA, F. A. S. **Sistema de Assistência Estatística – ASSISTAT versão 7.7 beta**. Departamento de Engenharia Agrícola (DEAG) do CTRN da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande – PB, 2016.

SILVA, V. N.; TALHAFFERRO, J. S. **Germinação e crescimento inicial de plântulas de canola em condições de salinidade**. 2014.

SOUZA, T. A. F.; RAPOSO, R. W. C.; DANTAS, A. J. A.; SILVA, C. V.; GOMES-NETO, A. D.; SANTOS, L.; ARAUJO, R. C. A.; RODRIGUES, H. R. N.; ANDRADE, D. A.;

MEDEIROS, D. A.; DIAS, J. A.; SILVA, E. S. LIMA, G. K.; LUCENA, E. H. L.; PRATES, C. S. F. **Comportamento fenológico de genótipos de canola no brejo paraibano.** In: Congresso Brasileiro de Mamona, 4 e Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 2010, Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão. 2010. p. 1230-1234.

TOMM, G. O. **Sistema de Produção:** Cultivo de Canola. 2007.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Foreign Agricultural Service. Production, supply, and distribution online. 2014.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes.** São Paulo: FUNEP, 1994.

WANDERLEY, R. A. **Salinização de solos sob aplicação de rejeito de dessalinizadores com e sem adição de fertilizantes.** 52 f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade de Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009