

Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de nabo forrageiro sob condições salinas

Guilherme Cardoso Oba¹; Laira Rodrigues Ferreira¹; Rodrigo Kelson Silva Rezende²; Daiane Mugnol Dresch³; Armindo Neivo Kichel⁴

Resumo: A salinização nos solos pode afetar a germinação, crescimento e a sobrevivência das plântulas. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do estresse salino induzido por soluções de cloreto de cálcio (CaCl_2), cloreto de potássio (KCl) e cloreto de sódio (NaCl) em diferentes concentrações na germinação e crescimento inicial de plântulas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). Sementes da cultivar CATI AL - 1000 foram submetidas às soluções de CaCl_2 , KCl e NaCl, sob os potenciais osmóticos de 0,00; -0,02; -0,04; -0,06 e -0,08 MPa. Foram avaliados: a germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação de sementes (IVG), comprimento da raiz primária (CRP), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento total (CT), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST) de plântulas. Houve redução da germinação quando as sementes foram submetidas ao CaCl_2 , não sendo verificado efeito negativo do KCl e NaCl nas concentrações avaliadas. O CRP das plântulas apresentou redução linear conforme o aumento da salinidade. O CPA e o CT das plântulas foram menores quando estas foram submetidas ao CaCl_2 . Nas condições do presente estudo, a germinação e crescimento de plântulas de nabo forrageiro é mais afetada pelo CaCl_2 que pelo NaCl e KCl. Baixas concentrações de NaCl e KCl, acerca de -0,05 MPa, podem favorecer a porcentagem e a velocidade de germinação das sementes, embora o acúmulo de biomassa fresca, quando submetida ao NaCl, e o crescimento da raiz primária tenham sido prejudicados pela salinidade.

Palavras-chave: Salinidade; potenciais osmóticos; *Raphanus sativus* L.; respostas fisiológicas.

Seed germination and initial growth of oil radish seedlings under saline conditions

Abstract: Soil salinity can affect germination, growth and survival of seedlings. Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of salt stress induced by calcium chloride (CaCl_2), potassium chloride (KCl) and sodium chloride (NaCl) solutions in different concentrations on germination and initial growth of oil radish (*Raphanus sativus* L.) seedlings. Seeds of the cultivar CATI AL - 1000 were submitted to CaCl_2 , KCl and NaCl solutions, under osmotic potentials of 0.00, -0.02, -0.04, -0.06 and -0.08 MPa. The germination, first count and germination speed index (IVG) of seeds, primary root length (CRP), aerial part length (CPA), total length (CT), total fresh mass (MFT) and total dry mass (MST) of seedlings, were evaluated. There was reduction of germination when the seeds were submitted to CaCl_2 , not being verified negative effect of KCl and NaCl in concentrations evaluated. The CRP seedlings showed a linear decrease with increasing of salinity. The CPA and the CT seedlings were lower when they were submitted to CaCl_2 . Under conditions of this study, the

¹ Eng. Agr., Mestrando (a) pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS. guilherme_oba@hotmail.com; laira-rodrigues@bol.com.br

² Eng. Agr., D. Sc., Professor da UFGD, Dourados-MS. rkelson@ufgd.edu.br

³ Eng. Agr., Pós-Doutoranda em Agronomia (PNPD/CAPES) pela UFGD, Dourados-MS. daiamugnol@hotmail.com

⁴ Eng. Agr., M. Sc., Pesquisador da EMBRAPA Gado de Corte, Campo Grande-MS, Brasil. armindo.kichel@embrapa.br

germination and growth of oil radish seedlings is most affected by CaCl_2 that by NaCl and KCl . Low NaCl and KCl concentrations, about -0.05 MPa, may favor the percentage and speed of germination, although the accumulation of fresh biomass, when subjected to NaCl , and the primary root growth have been affected by salinity.

Key words: salinity, osmotic potentials, *Raphanus sativus* L., physiological responses.

Introdução

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg.) é uma espécie pertencente à família *Brassicaceae*, de origem Asiática Oriental e Européia (MUZILLI, 2002). É uma planta de ciclo anual, que pode ser utilizada como adubo verde em feijoeiro no período de inverno, por sua excelente capacidade de reciclagem de nitrogênio e fósforo, desde que seja utilizado herbicida para evitar sua rebrota (LIMA *et al.*, 2007; MUSSKOPF *et al.*, 2010). Apresenta grande potencial produtivo na região Centro-Oeste, podendo ser utilizada como matéria-prima alternativa na produção de biodiesel (SOUZA *et al.*, 2009), que atualmente é dominada pelo óleo de soja (BRASIL, 2015).

Nem sempre as condições edáficas favorecem a germinação das sementes e o desenvolvimento inicial das plântulas após a sementeira, como em solos salinos e sódicos (MACHADO NETO *et al.*, 2006). As intensas atividades agrícolas, juntamente com as práticas inadequadas de adubação do manejo da água de irrigação, são as principais causadoras da salinização de áreas agrícolas, dificultando o desenvolvimento da maioria das espécies agrícolas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Desse modo, o estudo do comportamento germinativo, bem como do desenvolvimento inicial de plântulas, sob tais condições, pode auxiliar na escolha daquela que melhor se adaptaria a estas áreas (NUNES *et al.*, 2009).

Neste sentido, a avaliação da capacidade germinativa de sementes sob condições de salinidade é um dos métodos mais difundidos na determinação de sua tolerância à ambientes salinizados durante o período germinativo (CONUS *et al.*, 2009; LARCHER, 2000; NUNES *et al.*, 2009). Munns (2002) afirmaram que a disponibilidade da água às sementes e plantas é gradativamente reduzida conforme o aumento da concentração salina no substrato em que se encontram, sendo esta, de fundamental importância para a retomada do crescimento do eixo embrionário das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

As manifestações de toxicidade e restrição do crescimento nas plantas, em função do estresse salino, são influenciadas diretamente pela natureza do sal e suas diferentes concentrações, bem como o tempo em que são expostas a estas condições (FERREIRA; REBOUÇAS, 1992). As respostas fisiológicas de plantas à salinidade também variam

conforme a espécie estudada, sendo observadas diferenças dentro da própria espécie e estágio fenológico em que se encontram (FERREIRA; REBOUÇAS, 1992; OLIVEIRA; GOMES-FILHO, 2009).

Como exemplo, Machado Neto *et al.* (2006) e Nunes *et al.* (2009) relataram diferentes respostas de germinação de sementes e crescimento de plântulas de *Phaseolus vulgaris* e *Crotalaria juncea*, respectivamente, quando submetidas à diferentes concentrações de CaCl_2 , KCl e NaCl . Já Conus *et al.* (2009) afirmaram que estes mesmos sais não afetaram a germinação de sementes de *Zea mays*, se mantendo acima de 90%, embora tenha sido observada redução do comprimento da parte aérea das mesmas. Por sua vez, Jamil *et al.* (2007) e Pereira *et al.* (2014) relataram significativa queda da porcentagem e velocidade de germinação em sementes de *Raphanus sativus* (rabanete) e *Raphanus raphanistrum*, respectivamente, quando submetidas à salinidade induzida por NaCl .

Entretanto, na literatura recente, não foram encontradas informações sobre o comportamento germinativo e do crescimento inicial de nabo forrageiro em ambientes salinizados. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do estresse salino induzido por soluções de cloreto de cálcio, cloreto de potássio e cloreto de sódio em diferentes concentrações, na germinação e crescimento de plântulas de nabo forrageiro.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Metabolismo e Nutrição de Plantas, Laboratório de Fitopatologia e Centro de Biotecnologia e Melhoramento em Cana-de-Açúcar, pertencentes à Faculdade de Ciências Agrárias / Universidade Federal da Grande Dourados, no primeiro semestre de 2015.

Foram utilizadas sementes de nabo forrageiro da cultivar CATI AL - 1000. Para o cálculo das quantidades de CaCl_2 , KCl e NaCl , equivalentes aos potenciais osmóticos de 0,00 (testemunha); -0,02; -0,04; -0,06 e -0,08 MPa, a serem adicionadas nos substratos, foi utilizada a fórmula de Van't Hoff, citada por Rego *et al.* (2011).

As sementes foram posicionadas uniformemente no interior de caixas plásticas do tipo “gerbox” forradas com duas folhas de papel "Germitest" e umedecidas com duas vezes e meia o peso do papel para as diferentes soluções de CaCl_2 , KCl e NaCl . Os tratamentos permaneceram em câmaras de germinação do tipo B.O.D. sob luz branca constante na temperatura de 20 °C (BRASIL, 2009).

No quarto dia após a implantação do experimento foi avaliada a primeira contagem de sementes germinadas, computando-se as porcentagens médias de sementes que emitiram plântulas normais. No décimo dia, por encerramento do experimento, avaliou-se a germinação, computando-se as porcentagens médias das sementes que formaram plântulas normais, conforme as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). O índice de velocidade de germinação foi obtido registrando-se diariamente o número de sementes germinadas em cada tratamento, sendo calculado conforme proposto por Maguire (1962).

Ao término do experimento foram medidos os comprimentos da raiz primária, da parte aérea e do total da plântula tendo como auxílio uma régua graduada em milímetros. Foram medidas dez plântulas aleatórias por repetição, sendo os resultados médios expressos em cm plântula⁻¹. Das mesmas dez plântulas foram obtidas a massa fresca total utilizando balança analítica com precisão de 0,0001 g, e também a massa seca total após secagem em estufa com ventilação forçada em temperatura de 65 ± 2 °C por 48 horas. Os resultados das massas fresca e seca total foram expressos em mg plântula⁻¹.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, sob esquema fatorial 3 x 5, com três fontes de sais (CaCl₂, KCl e NaCl) e cinco concentrações equivalentes aos potenciais osmóticos (0,00; -0,02; -0,04; -0,06 e -0,08 MPa), tendo cada tratamento quatro repetições de 50 sementes.

Os dados originais foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, as médias foram submetidas ao teste de Tukey e à análise de regressão, ambos a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 está apresentado o resumo da análise de variância dos parâmetros avaliados no presente estudo, sendo observadas interações significativas entre os fatores sal e potencial osmótico para a germinação, primeira contagem e índice de velocidade das sementes e massa fresca total das plântulas de nabo forrageiro. Para o comprimento da raiz primária e massa seca total das plântulas, houve efeito significativo dos fatores sal e potencial quando estudados isoladamente. Para o comprimento total das plântulas, houve somente efeito isolado do fator sal. Já para o comprimento da parte aérea, não foi observado efeito significativo das fontes de variação.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para a germinação (G), primeira contagem (PC) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes, comprimentos da raiz primária (CRP), da parte aérea (CPA) e total (CT) e massas fresca (MFT) e seca totais (MST) das plântulas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) em função da salinidade e potencial osmótico (UFGD, Dourados, MS, 2015)

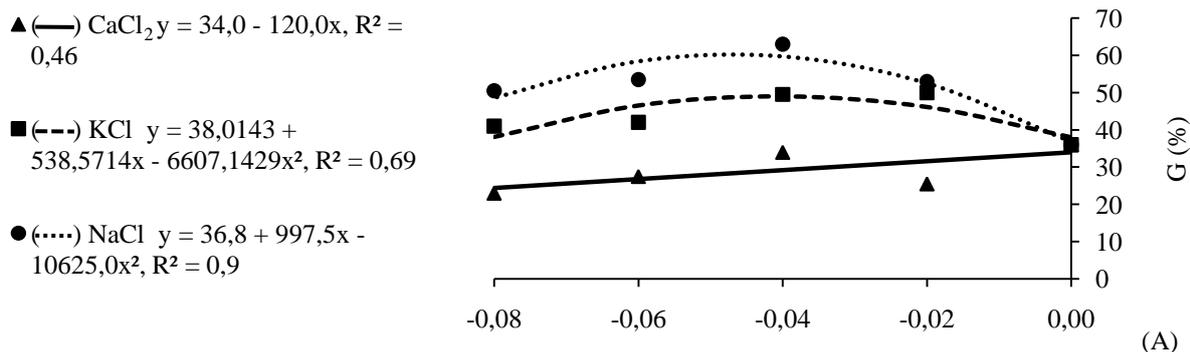
Fontes de variação	Valor de F calculado							
	G	PC	IVG	CRP	CPA	CT	MFT	MST
Sal (S)	46,5**	81,5**	166,2**	9,0**	0,7	3,9*	21,6**	7,2**
Potencial (P)	5,4**	10,9**	28,9**	2,7*	1,7	1,6	9,1**	4,3**
Interação S x P	3,3*	5,8**	12,1**	0,8	0,8	0,4	4,3**	2,1
CV (%) ¹	17,7	16,3	13,6	28,4	18,4	18,4	15,3	11,9
Média geral	41,4	49,7	11,8	3,9	3,8	7,7	112,5	12,0

** significativo a 1% e * significativo a 5% pelo teste de F. ¹ Coeficiente de variação.

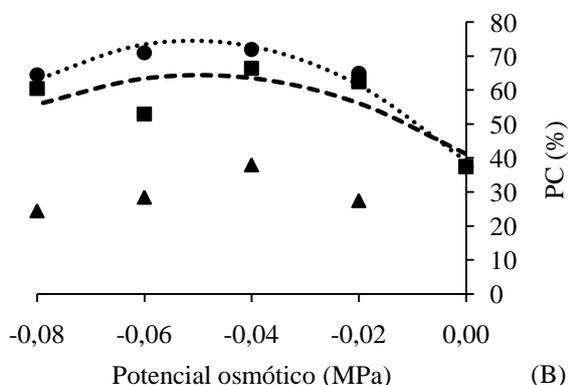
A redução do potencial osmótico, promovida pelo aumento da concentração do CaCl₂, resultou na redução linear da germinação das sementes de nabo forrageiro (Figura 1A), sendo que no potencial osmótico mais negativo (-0,08 MPa), a germinação foi 28% inferior a testemunha.

Isto, possivelmente, ocorreu devido à desidratação celular e citotoxicidade iônica, resultante do aumento da concentração do CaCl₂, sobre o embrião das sementes. Além disso, a salinidade promove a redução da disponibilidade hídrica no substrato, resultando em menor absorção de água pelas sementes e, conseqüentemente, em menor atividade metabólica e síntese de novos tecidos durante a germinação (MARCOS FILHO, 2005; TAIZ; ZEIGER, 2013). Soma-se o fato de que, em condições de baixa disponibilidade hídrica, ocorre maior gasto energético durante a absorção de água pelas sementes, assim, exaurindo as reservas que posteriormente seriam utilizadas durante as etapas da germinação (DEBOUBA *et al.*, 2006), desse modo, interferindo negativamente na porcentagem final da germinação.

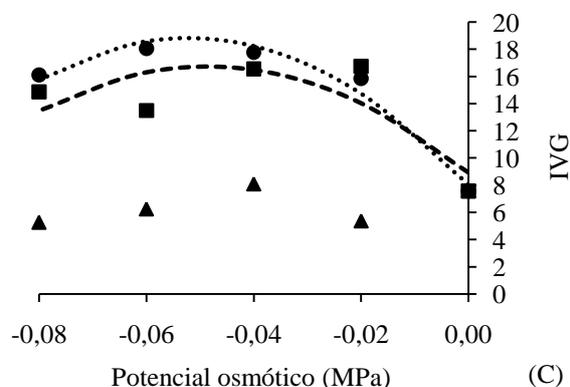
Figura 1 - Germinação (A); primeira contagem (B) e; índice de velocidade de germinação (C) de sementes de nabo forrageiro em função de diferentes fontes salinas e potenciais osmóticos (UFGD, Dourados, MS, 2015).



▲(—) CaCl_2 = Sem ajuste
 ■(---) KCl $y = 41,2 + 932,5x - 9375,0x^2$, $R^2 = 0,63$
 ●(.....) NaCl $y = 39,1429 + 1385,7143x - 13571,4286x^2$, $R^2 = 0,9$



▲(—) CaCl_2 = Sem ajuste
 ■(---) KCl $y = 8,9529 + 320,6571x - 3298,2143x^2$, $R^2 = 0,66$
 ●(.....) NaCl $y = 8,069 + 412,2125x - 3946,875x^2$, $R^2 = 0,97$



As concentrações das soluções de NaCl e KCl utilizadas no presente estudo não afetaram negativamente a germinação das sementes (Figura 1A). Os pontos de máxima para estes sais ocorreram nos potenciais osmóticos de -0,047 e -0,041 MPa, respectivamente, representando valores 64 e 29% superiores às suas respectivas testemunhas. Entretanto, com base na análise de regressão, presumi-se que o KCl, em potenciais osmóticos pouco mais negativos que -0,08 MPa, possivelmente afetaria a germinação das sementes de nabo forrageiro.

Oliveira e Gomes-Filho (2009) também verificaram significativa tolerância da germinação de sementes de *Sorghum bicolor* a altas concentrações de NaCl. Conus *et al.* (2009) relataram que a germinação de sementes de *Zea mays* se manteve acima de 90% mesmo em concentrações elevadas de CaCl_2 , KCl e NaCl. Para estes autores, estas espécies, provavelmente, dispõem de mecanismos que possibilitam superar, mesmo que parcialmente, os efeitos da salinidade.

Braga *et al.* (2008) também relataram que a germinação de sementes de *Schizolobium amazonicum* é mais afetada pelo aumento das concentrações de CaCl_2 do que as diferentes concentrações de NaCl . Nesse sentido, Ashraf e O’Leary (1997) explicaram que o íon Na^+ tem capacidade de alterar a permeabilidade da membrana celular, fazendo com que a seletividade de absorção seja reduzida. Desse modo, a velocidade de absorção de água pelas sementes submetidas às soluções de NaCl pode ser maior em relação aquelas submetidas a outras soluções salinas, como CaCl_2 e KCl , podendo provocar diferenças na germinação.

Diferentes respostas de germinação e velocidade de germinação à salinidade induzida por CaCl_2 , KCl e NaCl também foram relatadas em outras espécies como *Phaseolus vulgaris* (MACHADO NETO *et al.*, 2006) e *Crotalaria juncea* (NUNES *et al.*, 2009).

Semelhante à germinação (Figura 1A), as concentrações de KCl e NaCl utilizadas no presente estudo não afetaram negativamente a primeira contagem e o índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de nabo forrageiro (Figuras 1B e 1C, respectivamente). Os pontos de máxima do NaCl e KCl , para a primeira contagem, ocorreram nos potenciais osmóticos de -0,051 e -0,05 MPa, apresentando porcentagens de primeira contagem acerca de 90 e 56%, respectivamente, superior às suas testemunhas (Figura 1B). Para o IVG (Figura 1C), os pontos de máxima observados para estes sais ocorreram nos potenciais osmóticos de -0,052 e -0,049 MPa, respectivamente, representando valores 85 e 133% superiores às suas respectivas testemunhas. Tanto para a primeira contagem quanto para o IVG (Figuras 1B e 1C, respectivamente) não houve ajuste na equação de regressão entre as concentrações de CaCl_2 .

Para as espécies *Raphanus sativus* (rabanete) e *Raphanus raphanistrum* verificaram-se reduções significativas na germinação, primeira contagem e na taxa de germinação das sementes quando estas foram submetidas ao aumento da salinidade induzida por NaCl (JAMIL *et al.*, 2007; PEREIRA *et al.*, 2014). Já para sementes de *Oryza sativa*, o IVG não foi influenciado pelo aumento dos teores de NaCl no substrato de germinação (LIMA *et al.*, 2005).

De acordo com Flowers (2004), a velocidade dos processos bioquímicos e fisiológicos envolvidos na germinação de sementes é afetada quando estas são semeadas em substratos salinizados, fato não verificado nas condições do presente estudo. As respostas ao estresse salino podem ser influenciadas pelas características da espécie, seu estágio de desenvolvimento, genótipo, bem como a identidade do órgão ou tecido afetado

(WILLADINO; CAMARA, 2010), sendo também observadas diferentes respostas em relação ao tipo de sal utilizado (MACHADO NETO *et al.*, 2006).

Com base na Figura 1A, observa-se que a redução do potencial osmótico, em função do aumento da salinidade, resultou na redução linear do comprimento da raiz primária (CRP) das plântulas de nabo forrageiro, sendo que no potencial osmótico mais negativo (-0,08 MPa), o CRP das plântulas foi 27,2% inferior ao da testemunha (0,00 MPa).

Isto possivelmente ocorreu devido ao fato de que o aumento da salinidade promove a redução da disponibilidade hídrica no substrato (LÄUCHLI; GRATTAN, 2007). Assim, a absorção de água pelas plântulas acaba sendo prejudicada. Desse modo, ocorre a redução da expansão e alongamento celular, em consequência do decréscimo da turgescência celular, resultando em menor comprimento da raiz primária e da parte aérea (TAIZ; ZEIGER, 2013). Além disso, reduções no comprimento de plântulas, em resposta ao aumento da salinidade, também podem estar associadas ao efeito fitotóxico do acúmulo de íons sobre suas estruturas (LACERDA *et al.*, 2003a; LACERDA *et al.*, 2003b).

Como exemplo, Gordin *et al.* (2012) e Machado Neto *et al.* (2006) afirmaram que o aumento das concentrações de CaCl_2 , KCl e NaCl no substrato promoveram reduções significativas no comprimento da raiz primária de plântulas de *Guizotia abyssinica* e *Phaseolus vulgaris*, respectivamente. Para a espécie *Raphanus sativus* (rabanete), foi verificado efeito prejudicial do aumento da concentração de NaCl sobre o comprimento da raiz primária e da parte aérea (JAMIL *et al.*, 2007).

Ainda é possível verificar maior efeito prejudicial do CaCl_2 ao CRP das plântulas de nabo forrageiro que do KCl e NaCl , conforme a Tabela 2. Fato também observado para o comprimento total de plântulas (CT). Diferentes comportamentos no crescimento de plântulas em resposta a diferentes fontes salinas também foram verificadas por Nunes *et al.* (2009). Segundo os autores, comprimento de plântulas de *Crotalaria juncea* foi negativamente afetado pelo aumento da concentração de KCl , não sendo verificado efeito do NaCl e CaCl_2 .

Figura 2 - Comprimento da raiz primária (A) de plântulas em função de diferentes potenciais osmóticos; massa fresca total (B) de plântulas em função de diferentes fontes salinas e potenciais osmóticos e; massa seca total (C) de plântulas de nabo forrageiro em função de diferentes potenciais osmóticos (UFGD, Dourados, MS, 2015).

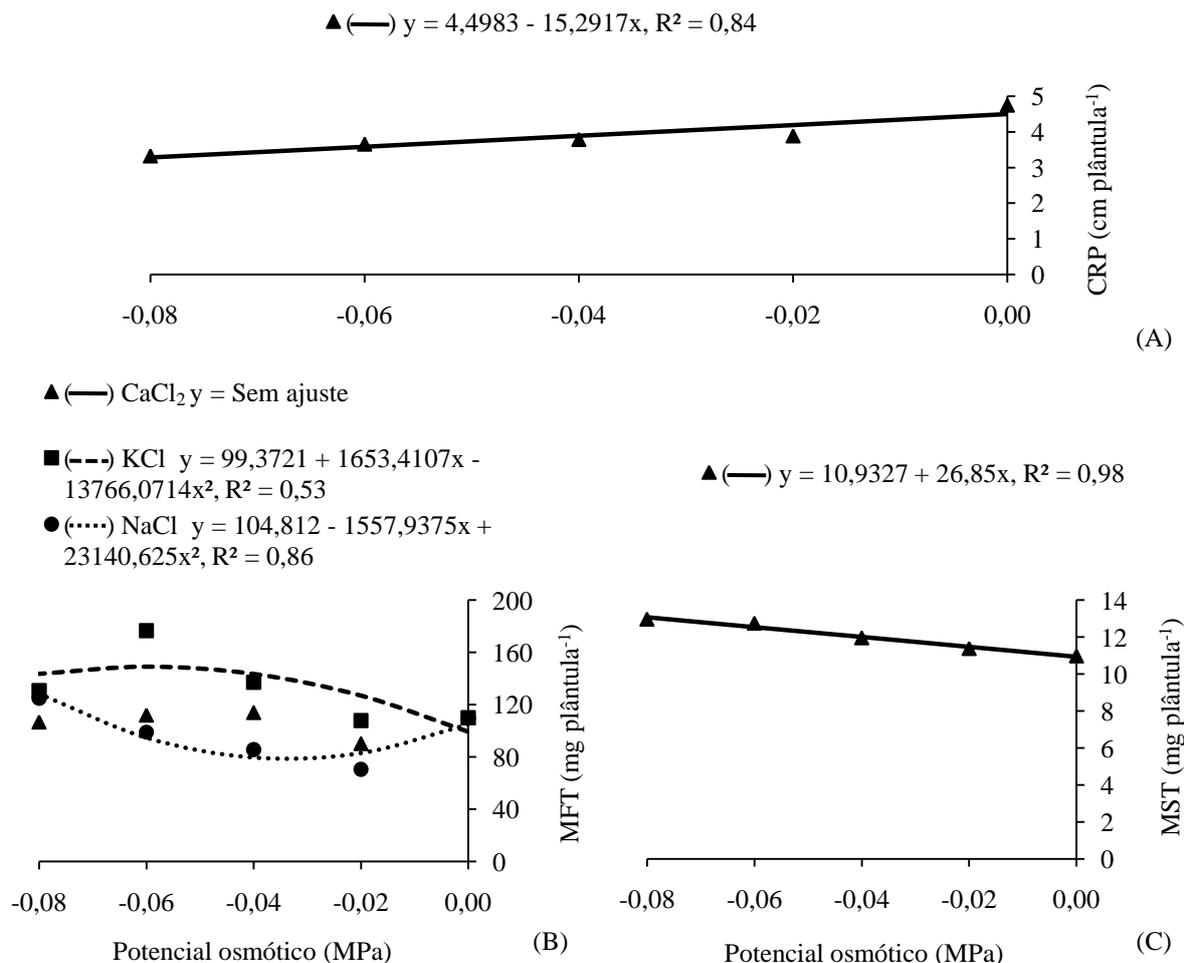


Tabela 2 - Comprimento da raiz primária (CRP), comprimento total (CT) e massa seca total (MST) de plântulas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) mediante diferentes fontes salinas (UFGD, Dourados, MS, 2015).

Fonte salina	CRP (cm plântula ⁻¹)	CT	MST (mg plântula ⁻¹)
CaCl ₂	3,0 b	7,0 b	11,7 b
KCl	4,4 a	8,0 ab	13,0 a
NaCl	4,3 a	8,1 a	11,3 b

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na figura 2B verifica-se que as concentrações de CaCl₂ e KCl não afetaram negativamente o acúmulo da massa fresca total (MFT) das plântulas, sendo observado aumento da MFT até o potencial osmótico de -0,06 MPa quando submetidas ao KCl. Neste potencial, as plântulas apresentaram MFT 50% superior à respectiva testemunha. Com relação ao NaCl, houve redução da MFT até o potencial osmótico de -0,034 MPa. Entretanto, no potencial osmótico mais negativo (-0,08 MPa), a MFT das plântulas foi 22,4% superior à sua testemunha.

A massa seca total (MST) das plântulas de nabo forrageiro não foi prejudicada pela redução do potencial osmótico, ocasionada pelo aumento da salinidade, sendo observado maior acúmulo de MST no potencial osmótico de -0,08 MPa, no qual foi 20% superior à MST da testemunha (Figura 2C). Ainda é possível verificar que o acúmulo de MST nas plântulas de nabo forrageiro foi menor quando estas foram submetidas ao CaCl_2 e NaCl que ao KCl (Tabela 2).

Normalmente, em espécies glicófitas, como *Helianthus annuus* (SOUSA *et al.* 2012) e *Raphanus sativus* (rabanete) (BACARIN *et al.*, 2007; JAMIL *et al.*, 2007), observam-se reduções significativas nos conteúdos de massas fresca e seca das plântulas quando estas são submetidas a maiores concentrações salinas. Entretanto, incrementos no conteúdo de massa fresca, em função do aumento da salinidade, também foram observados por Lopes *et al.* (2008), quando os autores submeteram plântulas de *Brassica pekinensis* a diferentes concentrações de NaCl , ocorrendo maior acúmulo nos potenciais de -0,2 e -0,4 MPa. Por sua vez, Nunes *et al.* (2009) também não verificaram efeito negativo do aumento da salinidade induzida por CaCl_2 , KCl e NaCl sobre o acúmulo de massa seca de plântulas de *Crotalaria juncea*.

Este fenômeno contra-intuitivo, possivelmente, se deve ao fato de algumas espécies possuírem capacidade de evitar o acúmulo de íons tóxicos, como Na^+ e Cl^- , e, ou por manter níveis adequados de K^+ e Ca^{2+} em seus tecidos, principalmente nos que constituem a parte aérea. Outro mecanismo de defesa à salinidade de tais espécies se dá pelo acúmulo de aminoácidos e, principalmente, carboidratos solúveis em suas raízes e folhas, promovendo o ajustamento osmótico e, conseqüentemente, facilitando a absorção de água por essas estruturas (LACERDA *et al.*, 2001; LACERDA *et al.*, 2003a).

Conclusões

Nas condições do presente estudo, a germinação e crescimento de plântulas de nabo forrageiro é mais afetada pelo CaCl_2 que pelo NaCl e KCl .

Baixas concentrações de NaCl e KCl , acerca de -0,05 MPa, podem favorecer a porcentagem e a velocidade de germinação das sementes.

O acúmulo de biomassa fresca pelas plântulas, quando submetidas ao NaCl , e o crescimento da raiz primária são prejudicados pela salinidade.

Referências

- ASHRAF, M.; O'LEARY, J.W. Responses of a salt-tolerant and a salt-sensitive line of sunflower to varying sodium/calcium ratios in saline sand culture. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.20, n.2-3, p.361-377, 1997.
- BACARIN, M.A.; FALQUETO, A.R.; MORAES, C.L.; MARINI, P.; LÖWE, T.R. Plant growth and leaf photosynthesis in radish plants under NaCl stress. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.13, n.4, p.473-479, 2007.
- BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P.; CESARO, A. dos S.C.; LIMA, G.P.P.; GONÇALVES, A.N. Germinação de sementes de pinho-cuiabano sob deficiência hídrica com diferentes agentes osmóticos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.36, n.78, p.157-163, 2008.
- BRASIL. 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, 2009. 395p.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis**, n. 86, p. 17, março de 2015. Disponível em: <<http://www.aprobio.com.br/BoletimDCR86marco2015.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2015.
- CONUS, L.A.; CARDOSO, P.C.; VENTUROSOS, L. dos R.; SCALON, S. de P.Q. Germinação de sementes e vigor de plântulas de milho submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.4, p.67- 74, 2009.
- DEBOUBA, M.; GOUIA, H.; SUZUKI, A.; GHOEBEL, M.H. NaCl stress effects on enzymes involved in nitrogen assimilation pathway in tomato "*Lycopersicon esculentum*" seedlings. **Journal of Plant Physiology**, Frankfurt, v.163, p.1247-1258, 2006.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR** (Sistema para análise de variância). Lavras: Universidade Federal de Lavras (Departamento de Ciências Exatas DEX), 2000. (CD-ROM).
- FERREIRA, L.G.R.; REBOUÇAS, M.A.A. Influência da hidratação/desidratação de sementes de algodão na superação de efeitos da salinidade na germinação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.4, p.609-615, 1992. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/3689/980>>. Acesso em: 27 mai. 2015.
- FLOWERS, T.J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.55, n.396, p.307-319, 2004.
- GORDIN, C.R.B.; MARQUES, R.F.; MASETTO, T.E.; SOUZA, L.C.F. Estresse salino na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de niger (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass.). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.26, n.4, p.966-972, 2012.
- JAMIL, M.; REHMAN, S.U.; LEE, K.J.; KIM, J.M.; KIM, H.S.; RHA, E.S. Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.64, n.2, p.111-118, 2007.

LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M.A.O.; RUIZ, H.A. Plant growth and solute accumulation and distribution in two Sorghum genotypes, under NaCl stress. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.13, n.3, p.270-284, 2001.

LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M.A.; RUIZ, H.A. Osmotic adjustment in roots and leaves of two sorghum genotypes under NaCl stress. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v.15, p.113-118, 2003a.

LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M.A.; RUIZ, H.A.; PRISCO, J.T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 49, p.107-120, 2003b.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LÄUCHLI, A.; GRATTAN, S.R. Plant growth and development under salinity stress. In: JENKS, M.A.; HASEGAWA, P.M.; JAIN, S.M. (Eds.). **Advances in molecular breeding toward drought and salt tolerant crops**. Dordrecht: Springer, p. 1-32, 2007.

LIMA, J.D.; ALDRIGHI, M.; SAKAI, R.K.; SOLIMAN, E.P.; MORAES, W. da S. Comportamento do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e da nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.) como adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, Comunicado técnico, v.37, n.1, p.60-63, 2007.

LIMA, M.G.S.; LOPES, N.F.; MORAES, D.M.; ABREU, C.M. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de sementes**, Londrina, v.27, n.1, p.54-61, 2005.

LOPES, J.C.; MACEDO, C.M.P. de. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.30, n.3, p.079-085, 2008.

MACHADO NETO, N.B.; CUSTÓDIO, C.C.; COSTA, P.R.; DONÁ, F.L. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.28, n.1, p.142-148, 2006.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

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

MUSSKOPF, C.; VIECELLI, C.A.; ZANCANARO, S.; ZATTA, L. Efeitos alelopáticos da adubação verde com raiz de nabo forrageiro sobre a cultura do feijoeiro. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.3, n.4, p.10-15, 2010.

MUZILLI, O. Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto: a experiência no Estado do Paraná. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.100, p.6-10, 2002.

NUNES, A. da S.; LOURENÇÃO, A.L.F.; PEZARICO, C.R.; SCALON, S. de P.Q.; GONÇALVES, M.C. Fontes e níveis de salinidade na germinação de sementes de *Crotalaria juncea*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.3, p.753-757, 2009.

PEREIRA, M.R.R.; MARTINS, C.C.; MARTINS, D.; SILVA, R.J.N. da. Estresse hídrico induzido por soluções de PEG e de NaCl na germinação de sementes de nabiça e fedegoso. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.3, p.687-696, 2014.

OLIVEIRA, A.B. de; GOMES-FILHO, E. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.3, p.48-56, 2009.

REGO, S.S.; FERREIRA, M.M.; NOGUEIRA, A.C.; GROSSI, F.; SOUSA, R.K. de; BRONDANI, G.E.; ARAUJO, M.A.; SILVA, A.L.L. da. Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v.2, n.4, p.37-42, 2011.

SOUSA, J.R.M. de; SOARES, L.A. dos A.; SOUSA JÚNIOR, J.R. de; MAIA, P de M.E.; ANDRADE, E.M.G.; MARACAJÁ, P.B. Estresse salino simulado com NaCl na germinação de sementes de girassol cv. BRS 323. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v.8, n.2, p.67-71, 2012.

SOUZA, A.D.V. de; FÁVARO, S.P.; LUIS CARLOS VINHAS ÍTAVO, L.C.V.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão- manso, nabo- forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.10, p.1328-1335, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 5. ed., 2013. 918p.

WILLADINO, L.; CAMARA, T.R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.6, n.11, p.1-23, 2010.