

Estresse hídrico e salino na germinação de sementes e crescimento de plântulas de nabo forrageiro

¹ Sílvia Sanielle Costa de Oliveira, ¹ Sihélio Júlio Silva Cruz, ² Cibele Chalita Martins

¹ Instituto Federal Goiano, *Campus Iporá*, Avenida. Oeste, n. 350, Parque União, CEP 76200-000, Iporá, GO, Brasil. E-mails: silvia.oliveira@ifgoiano.edu.br, sihelio.cruz@ifgoiano.edu.br

² Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, Vila Industrial, CEP 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: cibeles@fcav.unesp.br

Resumo: Condições de estresse hídrico e salino durante a fase de germinação afetam a emergência das plântulas no campo e o estande das plantas. Através de dois experimentos objetivou-se avaliar o efeito do estresse hídrico e salino na germinação de sementes e no crescimento de plântulas de nabo forrageiro das cultivares CATI AL 1000 e IPR 116. A sementeira foi realizada no interior de caixas gerbox, sobre duas folhas de papel "germitest" umedecidas com água destilada (controle) ou com soluções de polietileno glicol 6000 ou NaCl, de modo a fornecer os potenciais osmóticos de -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0 e -1,2 MPa. Foram avaliados porcentagem e índice de velocidade de germinação, comprimento e peso seco de plântulas durante 23 dias. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x7), com quatro repetições de 50 sementes cada, em ambos os ensaios. A diminuição progressiva do potencial osmótico de PEG e NaCl do substrato é prejudicial à germinação e ao desenvolvimento de plântulas de nabo forrageiro. Sementes da cultivar IPR 116 apresentam melhor germinação e crescimento de plântulas em relação às cultivares CATI AL 1000, quando submetidas a níveis de potencial osmótico muito negativo (-1,0 e -1,2 MPa).

Palavras chave: *Raphanus sativus* L., Vigor, Potencial osmótico.

Hydric and saline stress in seed germination and growing of forage turnip seedling

Abstract: Water and salt stress conditions during the germination affect the emergence of seedlings in the field and the plant stand. The objective of this study was to evaluate, through two experiments, the effect of water and salt stress on seed germination and seedling growth of two cultivars of forage turnip cultivars CATI AL 1000 and IPR 116. Sowing was carried out in gerboxes on two sheets of paper "germitest" dampened with distilled water (control) or with solutions of polyethylene glycol 6000 and NaCl, in order to provide the osmotic potential of -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0 and -1.2 MPa. Percentage and index of germination speed, length and dry weight of seedlings were evaluated during 23 days. A completely randomized plot was used in a factorial scheme (2x7), with four replications of 50 seeds each, in both trials. The progressive decrease in the osmotic potential of PEG and NaCl substrate is detrimental to germination and seedling development of forage turnip. The seeds IPR 116 showed better germination and seedling growth in relation to cultivars CATI AL 1000, when subjected to very negative osmotic potential levels (-1.0 and -1.2 MPa).

Key words: *Raphanus sativus* L., Vigor, Osmotic potential.

Introdução

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg.), pertencente à família *Cruciferae*, é originário do Sul da Europa e cultivado principalmente na Ásia Oriental e Europa e está entre as mais antigas espécies utilizadas para a produção de óleo (Derpsch & Calegari, 1992). No Brasil, esta espécie tem sido cultivada nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul principalmente como adubo verde de inverno, tolerante ao estresse hídrico e altas temperaturas (Phitsuwan et al., 2013) e utilizado como adubação verde (Embrapa, 2017).

No cultivo de qualquer espécie, além da adequada utilização das práticas culturais, o emprego de sementes com alta capacidade germinativa e elevado vigor é essencial para a emergência mais rápida e uniforme das plântulas sob ampla diversidade de condições ambientais, propiciando a obtenção de adequado estande de plantas no campo (Marcos et al., 2009).

Assim como as demais culturas, o nabo forrageiro também está sujeito a condições adversas no campo e a fatores limitantes ao desenvolvimento. A água é um dos fatores que mais influencia o processo germinativo das sementes. A absorção de água hidrata os tecidos, resultando na intensificação da respiração e de todas as demais atividades metabólicas que culminam com o fornecimento de energia e de nutrientes necessários para a retomada do crescimento do eixo embrionário (Carvalho & Nakagawa, 2012).

O estresse hídrico atua diminuindo a porcentagem e a velocidade de germinação; as observações feitas nestas condições permitem concluir que uma série de eventos, dentre eles a redução da expansão e alongamento celular e subsequente crescimento de plântulas, são resultados da redução da turgescência celular (Taiz et al., 2017).

Potenciais hídricos muito negativos, especialmente no início da embebição, interferem na absorção de água, podendo inviabilizar a sequência dos eventos relacionados ao processo germinativo das sementes (Marcos, 2015).

O excesso de sais, tanto dos solos quanto das águas, é uma das principais causas na redução da produtividade das culturas (Pedrotti et al., 2015), influenciando significativamente o processo germinativo das sementes. O excesso de sais solúveis provoca uma redução do

potencial hídrico do solo, induzindo menor capacidade de absorção de água pelas sementes. Esta redução do potencial hídrico e os efeitos tóxicos dos sais interferem no processo de absorção de água pelas sementes, dificultando a germinação (Ghaderi-Far et al., 2010).

Diversos estudos sobre ao estresse hídrico ou salino relacionados à germinação e crescimento de plântulas foram relatados na literatura, incluindo estudos com culturas agrícolas, *Oryza sativa* (Gao et al., 2008), *Helianthus annuus* (Ahmad et al., 2009), *Avena sativa* (Mut et al., 2010), *Spinacia oleracea* (Chen & Arora, 2011), *Amaranthus mangostanus* (Sun et al., 2011), *Raphanus raphanistrum* e *Senna obtusifolia* (Pereira et al., 2014); e gramíneas, *Antheophora pubescens*, *Heteropogon contortus*, *Themeda triandra* (Den Berg, Zeng, 2006 & Wang et al., 2009) e leguminosas *Medicago sativa*, *Astragalus adsurgens* e *Coronilla varia* (Wu et al., 2011). Contudo, com relação às sementes de nabo forrageiro, foi encontrado na literatura científica apenas um trabalho envolvendo o estresse salino durante o processo germinativo (Oba et al., 2016). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do estresse hídrico e salino na germinação de sementes e no crescimento de plântulas de nabo forrageiro das cultivares CATI AL 1000 e IPR 116.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas e Veterinária da Universidade Estadual Paulista [FCAV/UNESP] Campus de Botucatu, SP, utilizando-se sementes de nabo forrageiro das cultivares CATI AL 1000 e IPR 116.

Cada lote foi submetido à limpeza e homogeneização individualmente. Em seguida, foram acondicionados em sacos de papel do tipo Kraft e mantidos em câmara fria a 5 °C, permanecendo nessas condições até o início da instalação do experimento, visando a manutenção da qualidade das sementes.

Realizou-se a semeadura no interior de caixas de plástico transparentes de 11 x 11 x 3,0 cm, com tampa, sobre duas folhas de papel filtro, umedecidas na proporção equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco com água destilada (controle) ou com soluções de polietileno glicol

6000 (PEG 6000) ou soluções de cloreto de sódio (NaCl) de modo a fornecer os potenciais osmóticos de -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0 e -1,2 MPa, e acondicionadas em câmara de germinação tipo BOD, a 20 °C, na ausência de luz.

Para obtenção dos potenciais osmóticos desejados, as soluções do PEG 6000 foram preparadas de acordo com Villela et al. (1991), e o preparo das soluções salinas foi realizado a partir da equação de Van't Hoff, conforme preconizam Braga et al. (1999), ou seja, $\text{Yos} = -RTC$, em que: Yos = potencial osmótico (atm); R = constante geral dos gases perfeitos (0,082 atm.mol. L⁻¹.K⁻¹); T = temperatura (K); C = concentração (mol.L⁻¹); mol.L⁻¹ x massa molar do NaCl = g.L⁻¹ e T (K) = 273 +T (°C).

Foram avaliadas as seguintes variáveis para cada tratamento:

Porcentagem de germinação - realizada aos 23 dias, determinando-se a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009) e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais;

Índice de velocidade de germinação - calculado pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, até o final do experimento (23 dias), dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, de acordo com a fórmula de Maguire (1962); *Comprimento das plântulas* - ao final do teste de germinação todas as plântulas foram mensuradas com o auxílio de uma régua, em centímetros, e os resultados foram expressos em cm.plântula⁻¹ (Nakagawa, 1999);

Massa seca das plântulas - após a mensuração necessária ao teste anterior, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa a 80 °C, durante 24h. Após este período as amostras foram retiradas e acondicionadas em dessecador por 10 minutos, em seguida, foram pesadas em balança de precisão de 0,0001g, sendo os resultados expressos em mg.plântula⁻¹ (Nakagawa, 1999).

Para cada cultivar avaliada, adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 7, tendo como tratamentos a combinação de dois reagentes (PEG e NaCl) e sete potenciais

osmóticos (0,0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0 e -1,2 MPa) e cada tratamento com 4 repetições de 50 sementes. Os resultados foram submetidos a análise de regressão polinomial e os dados de porcentagem de germinação foram transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$, segundo Banzatto e Kronka (1992). Os dados obtidos foram redistribuídos nos moldes adequados para a análise por meio do programa estatístico Assistat (Silva & Azevedo 2002).

Resultados e discussão

As sementes de nabo forrageiro, submetidas ao estresse hídrico (PEG) e salino (NaCl) apresentaram decréscimo na porcentagem de germinação com a diminuição do potencial osmótico, nas duas cultivares avaliadas e da substância indutora de estresse (Figura 1 A e B). A cultivar CATI AL 1000 mostrou-se mais sensível ao efeito do NaCl, apresentando germinabilidade de aproximadamente 20% a partir do potencial osmótico de -0,8 MPa e ausência de germinação no potencial osmótico de -1,2 MPa (Figura 1A), no entanto, a cultivar IPR 116 apresentou germinabilidade superior a 20% no potencial de -1,0 MPa (Figura 1B), independente do agente osmótico utilizado, indicando menor sensibilidade ao estresse hídrico e salino.

Quanto à avaliação do índice de velocidade de germinação, o desempenho das cultivares foi semelhante à porcentagem de germinação e, independentemente do tipo de estresse (hídrico ou salino) houve redução da velocidade quando o potencial osmótico da solução tornou-se mais negativo (Figura 2 A e B).

Para a cultivar IPR 116, o PEG proporcionou maior redução da velocidade de germinação em todos os potenciais quando comparado ao efeito provocado pelo NaCl (Figura 2 B). Este efeito provavelmente ocorreu em consequência da redução da absorção de água pelas sementes, pois, o PEG é uma substância bastante viscosa que restringe a disponibilidade de oxigênio para que o processo germinativo ocorra normalmente, de modo que, a combinação da baixa disponibilidade hídrica e oxigênio resultaram na redução da velocidade de germinação (Jeller & Perez, 2001).

Figura 1 - Porcentagem de germinação de sementes de nabo forrageiro da cultivar CATI AL 1000 (A) e IPR 116 (B), submetidas a sete níveis de potenciais osmóticos em solução de polietileno glicol (PEG 6000) e cloreto de sódio (NaCl).

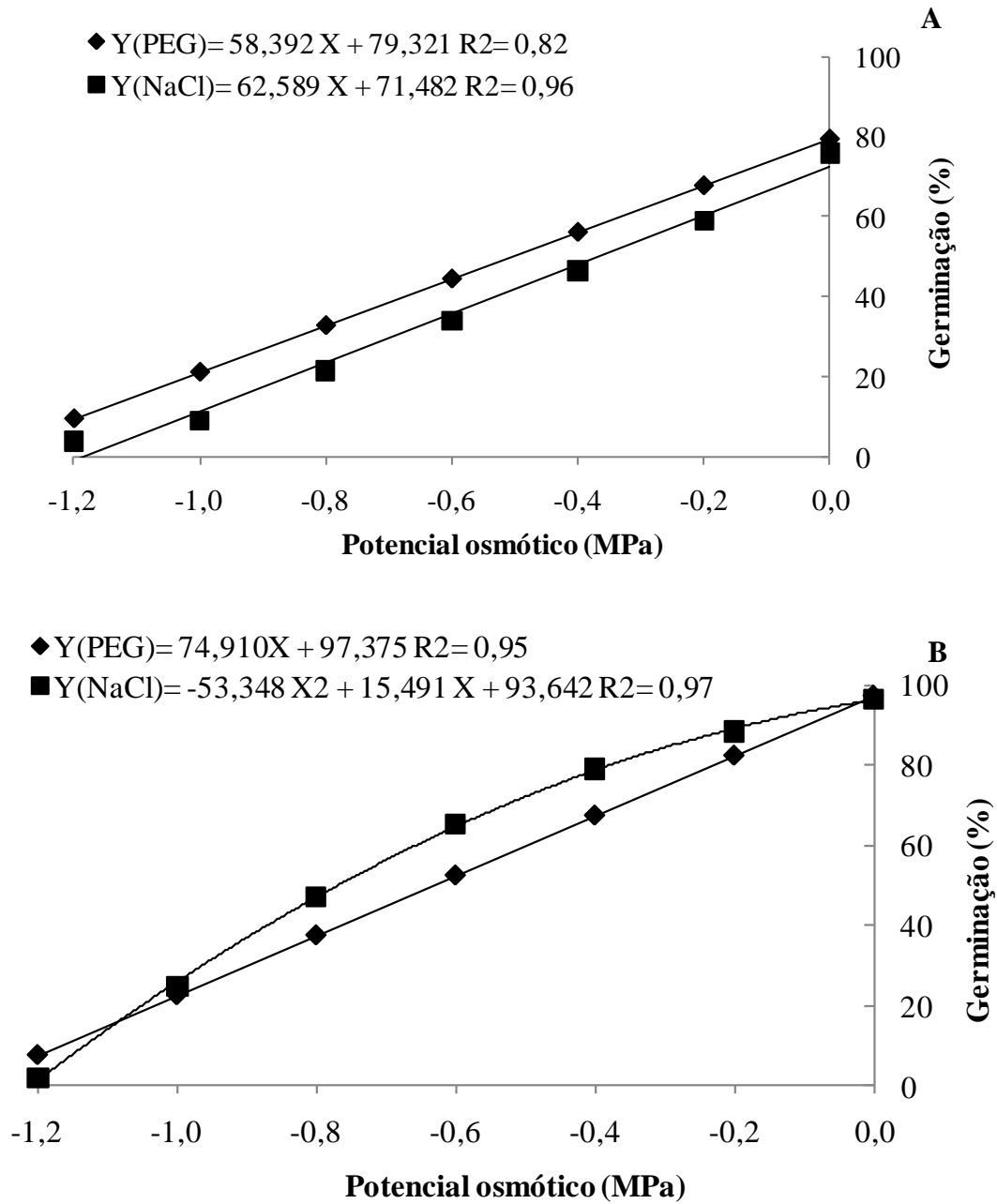
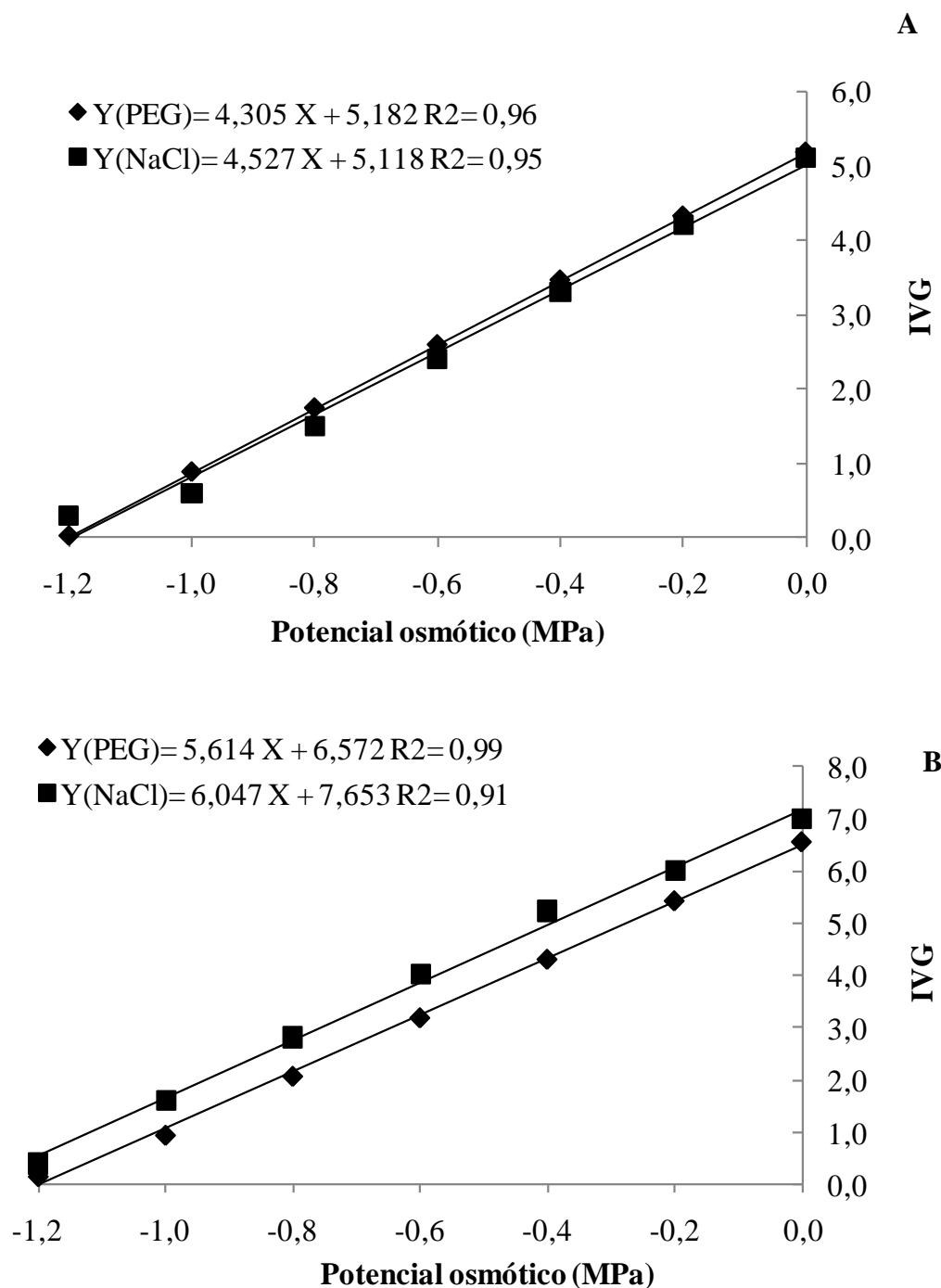


Figura 2 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de nabo forrageiro da cultivar CATI AL 1000 (A) e IPR 116 (B), submetidas a sete níveis de potenciais osmóticos em solução de polietileno glicol (PEG 6000) e cloreto de sódio (NaCl).



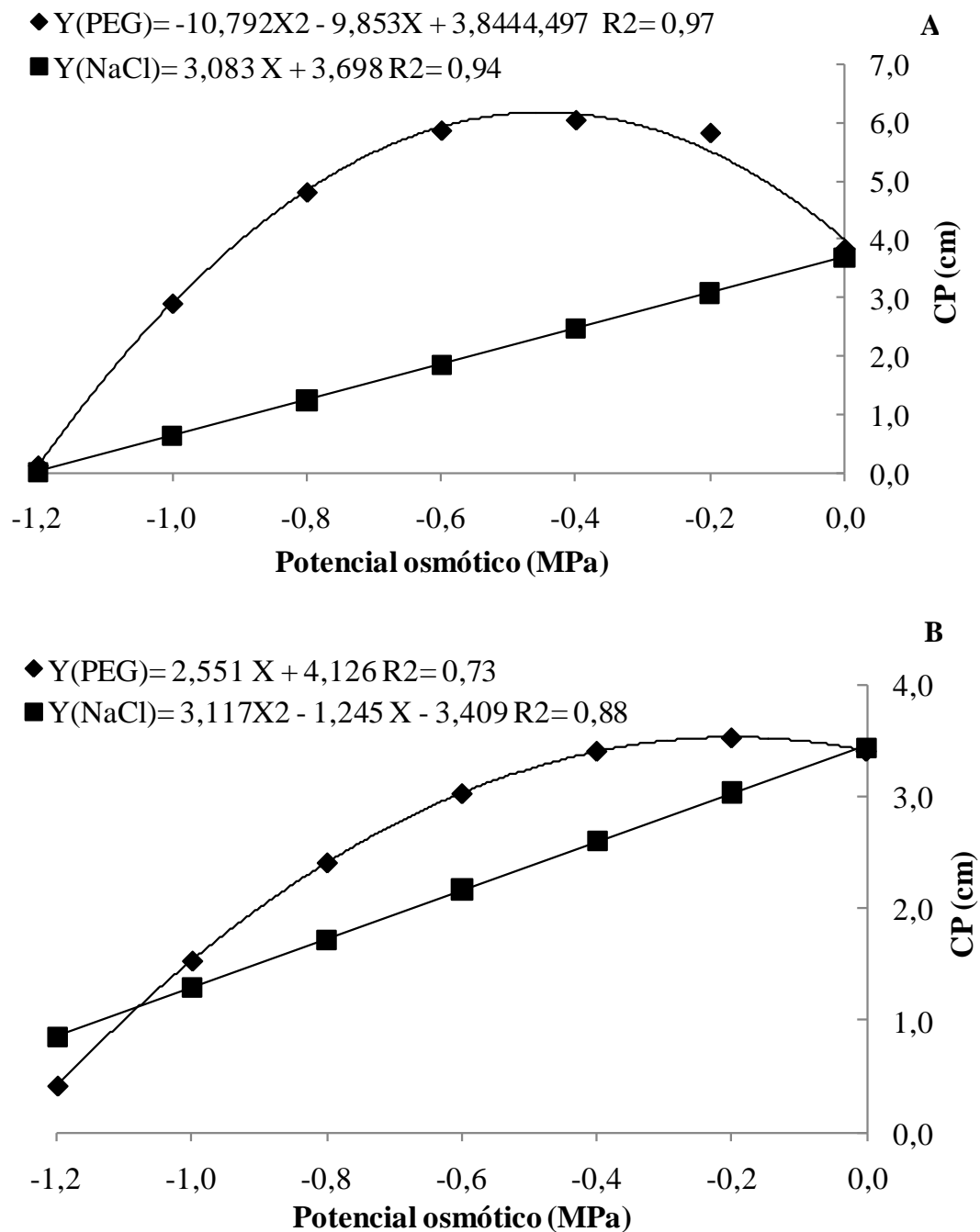
Contudo, nenhum efeito tóxico do PEG em germinação de sementes foi registrado na literatura (Braccini et al., 1998). Em sementes de *Raphanus raphanistrum* e *Senna obtusifolia* a redução do potencial osmótico da solução contendo PEG também proporcionou redução da porcentagem e velocidade de germinação (Pereira et al. 2014).

Segundo Taiz et al. (2017), com o aumento da concentração, tem-se uma redução do potencial osmótico e, no potencial hídrico. Este, pode atingir um nível em que as raízes das plântulas não consigam ter um gradiente de potencial suficiente para que a água seja absorvida do solo pelas raízes, o que interfere na germinação e no estabelecimento da plântula.

Para o comprimento total das plântulas, a solução com agente osmótico PEG proporcionou a cultivar CATI AL 1000 um acréscimo no comprimento das plântulas quando submetidas ao potencial osmótico -0,2, -0,4 e -0,6 MPa quando comparado ao controle (0,0 MPa), no

entanto, no potencial osmótico -0,8 MPa houve pequeno decréscimo no comprimento total das plântulas, sendo este mais acentuado para aquelas submetidas ao potencial -1,0 e -1,2 MPa (Figura 3A).

Figura 3 - Comprimento total das plântulas (CP) de nabo forrageiro da cultivar CATI AL 1000 (A) e IPR 116 (B), submetidas a sete níveis de potenciais osmóticos em solução de polietileno glicol (PEG 6000) e cloreto de sódio (NaCl).



O resultado do presente trabalho corrobora com o resultado observado por Ávila et al. (2007) em experimento com sementes de milho, pois, quando submetidas ao potencial osmótico de -0,1 MPa utilizando agente osmótico manitol, houve aumento no comprimento total das plântulas em relação ao potencial zero MPa e, quando submetidas a potenciais mais negativos (-0,6 e -0,9 MPa) houve decréscimo no crescimento das plântulas.

Este aumento no comprimento das plântulas utilizando o agente osmótico PEG nos potenciais osmóticos -0,2, -0,4 e -0,6 MPa em relação ao controle (zero MPa) ocorreu possivelmente porque, quando o processo germinativo ocorre sob condições de restrição hídrica haverá maior crescimento do sistema radicular. Estes resultados indicam que, nas plântulas sob estresse hídrico, há um incremento do crescimento do sistema radicular para auxiliar na maior absorção de água e diminuir os efeitos prejudiciais desse estresse (Machado et al., 2006).

As raízes toleram mais a redução do potencial hídrico que a parte aérea, fenômeno este que pode estar associado a um ajustamento osmótico mais eficiente e rápido e à redução de turgor celular mais lento nas raízes, quando comparadas com a parte aérea. Por conseguinte, o crescimento radicular pode ser menos sensível que o crescimento da parte aérea à redução no potencial osmótico. Dessa forma, as sementes da cultivar CATI AL1000 que germinaram sob estresse hídrico, não tão severo, apresentaram maior comprimento de plântulas (Figura 3A).

A redução do potencial osmótico utilizando o NaCl para a cultivar CATI AL 1000 (Figura 3A) e para a cultivar IPR 116 independente do agente utilizado (Figura 3B) ocasionou decréscimo gradual no comprimento total das plântulas em todos os potenciais testados. Para a cultivar IPR 116 o estresse salino proporcionou maior redução no comprimento total das plântulas quando comparado ao estresse hídrico (Figura 3B), à medida que houve redução do potencial osmótico das soluções, caracterizando, dessa forma, efeitos adversos das maiores concentrações desta solução no desenvolvimento de plântulas.

Essa inibição do crescimento ocasionada pela salinidade não se deve só ao efeito tóxico dos sais, mas também a seca fisiológica produzida, pois quando existe aumento da concentração de sais há uma diminuição do

potencial osmótico e conseqüentemente uma redução do potencial hídrico, podendo afetar a cinética de absorção de água pelas sementes, como também elevar a níveis tóxicos a concentração de íons no embrião (Tobe et al., 2000). Assim, o alto teor de sais no solo, especialmente o NaCl, pode inibir a germinação, em função dos efeitos osmótico e tóxico.

Quanto ao peso seco das plântulas, a cultivar CATI AL 1000 quando submetida ao estresse em solução com PEG ou NaCl mantiveram o peso seco das plântulas até o potencial osmóticos de -0,6 MPa (Figura 4 A). A partir do potencial -0,8 MPa houve decréscimo no peso seco das plântulas.

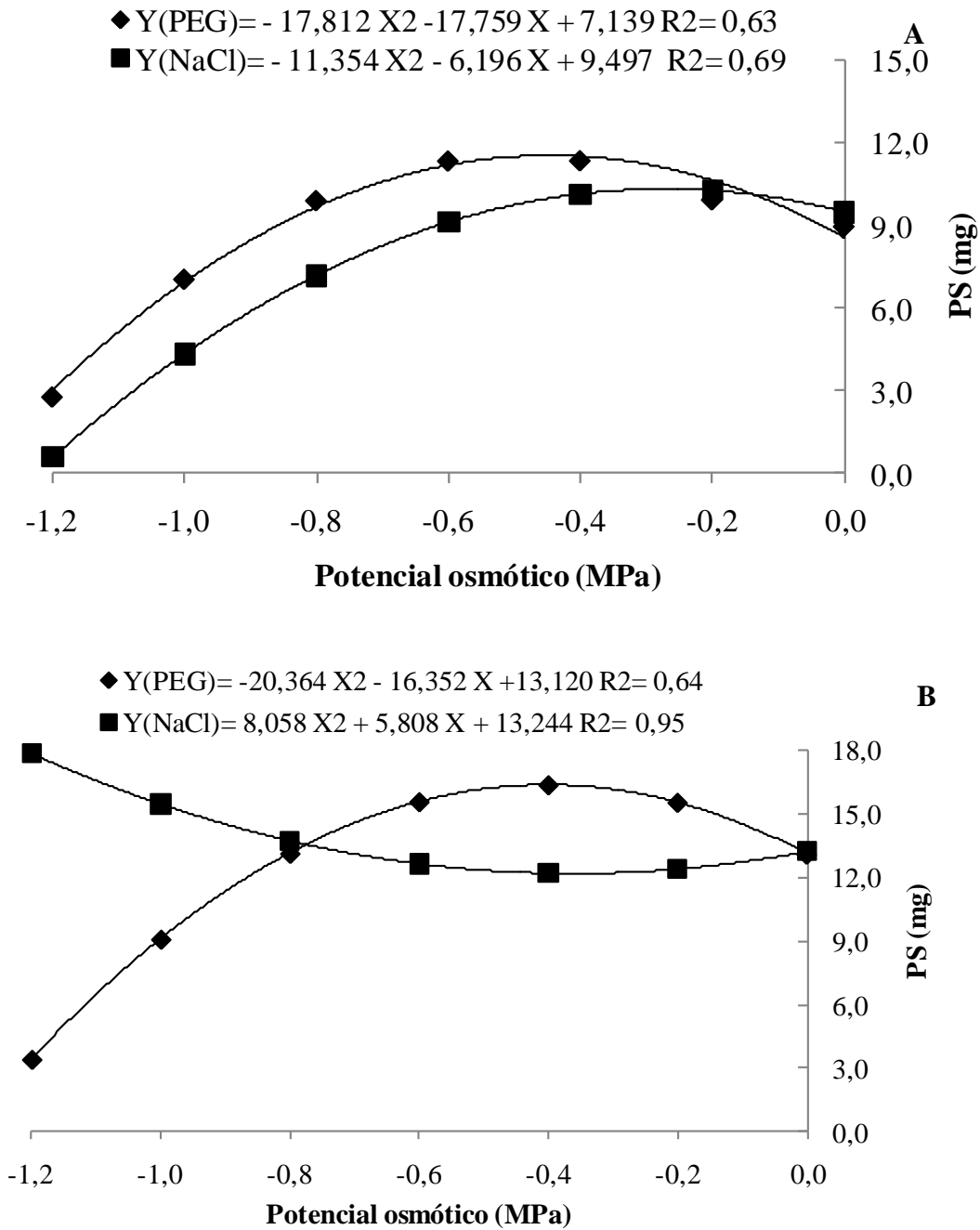
Para a cultivar IPR 116, a solução com PEG proporcionou o mesmo efeito observado para a cultivar CATI AL 1000 (Figura 4B), no entanto, quando submetida ao estresse salino (NaCl) a cultivar CATI IPR 116 apresentou aumento no peso seco das plântulas nos potenciais osmóticos de -1,0 e -1,2 MPa (Figura 4B).

O primeiro efeito mensurável do estresse hídrico é a causada pela redução da expansão celular. Possivelmente, este aumento no peso seco das plântulas, pode ser resultado da inibição da expansão celular e manutenção da divisão celular, ou seja, apenas o crescimento foi inibido nesses potenciais (Taiz et al., 2017).

A redução no comprimento e peso seco das plântulas se deve às mudanças na turgescência celular, em função da diminuição da síntese de proteína nas condições de estresse hídrico que provoca distúrbios na fisiologia celular e danos nos sistemas de membranas. Além disso, a menor disponibilidade de água, que é essencial para o metabolismo celular por estar associada à atividade enzimática, para a solubilização e transporte dos reagentes e como reagente em si também reduzem o desenvolvimento das plântulas (Marcos, 2015).

Vale ressaltar que existem níveis de potencial osmótico que provocam redução no desempenho germinativo das sementes, tornando-se críticos para o desenvolvimento das plântulas. Portanto, é evidente a importância da avaliação dos potenciais hídricos do substrato, considerados críticos para a germinação das sementes e estabelecimento das plântulas de nabo forrageiro, além da necessidade de seleção criteriosa das cultivares que possam apresentar tolerância às condições de estresse.

Figura 4 - Peso seco total das plântulas (CP) de nabo forrageiro da cultivar CATI AL 1000 (A) e IPR 116 (B), submetidas a sete níveis de potenciais osmóticos em solução de polietileno glicol (PEG 6000) e cloreto de sódio (NaCl).



Conclusão

A diminuição progressiva do potencial osmótico de PEG e NaCl do substrato é prejudicial à germinação e ao desenvolvimento de plântulas de nabo forrageiro.

Sementes da cultivar IPR 116 apresentam melhor germinação e crescimento de plântulas em relação à cultivar CATI AL 1000, quando submetidas a níveis de potencial osmótico muito negativo (-1,0 e -1,2 MPa).

Referências

- Ahmad, S., et al. (2009). Sunflower (*Helianthus Annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. *Pakistan Journal of Botany*, 41, (6), 47-54.
- Ávila, M. R., et al. (2007). Teste de comprimento de plântulas sob estresse hídrico na avaliação do potencial fisiológico das sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, 29, (2), 117-124.
- Banzatto, D. A., & Kronka, S. N. (1992). *Experimentação agrícola* (2ed., 247p). Jaboticabal: FUNEP.
- Braccini, A. L., et al. (1998). Influência do potencial hídrico induzido por polietileno glicol na qualidade fisiológica de sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 33, (9), 451-1459.
- Braga, L. F., Sousa, M. P., & Sá, M. E. (1999). Efeito da disponibilidade hídrica do substrato na qualidade fisiológica de sementes de feijão. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 21, (2), 95-102.
- Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. (2009). *Regras para análise de sementes* (365p). Brasília-DF: SNA/DNPV/CLAV.
- Carvalho, N. M., & Nakagawa, J. (2012). *Sementes: ciência, tecnologia e produção* (590 p). Jaboticabal: FUNEP.
- Chen K., & Arora R. (2011). Dynamics of the antioxidant system during seed osmopriming, post-priming germination, and seedling establishment in Spinach (*Spinacia oleracea*). *Plant Science*, 180, (2) 12-20.
- Den Berg, L., & Zeng, Y. J. (2006). Response of South African indigenous grass species to drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000. *South African Journal of Botany*, 72 (2), 284-286.
- Derpsch, R., & Calegari, A. (1992) - *Plantas para adubação verde de inverno* (Circular Técnica, n. 73, 80p). Londrina: IAPAR.
- Gao, J. M., et al. (2008). Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in *Alternanthera philoxeroides* and *Oryza sativa* subjected to drought stress. *Plant Growth Regulation*, 56, 89-95.
- Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. (2017). *Nabo Forrageiro*. Recuperado em maio, 2017, de http://livraria.sct.embrapa.br/liv_resumos/pdf/00076260.pdf.
- Ghaderi-far, F., Gherekhloo, J., & Alimagham, M. (2010). Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*). *Planta Daninha*, 28, (3), 436-469.
- Jeller, H., & Perez, S. C. J. G. (2001). Efeitos dos estresses hídrico e salino e da ação de giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 11, (1), 93-104.
- Machado Neto, N. B., et al. (2006). Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. *Revista Brasileira de Sementes*, 28, (1), 142-148.
- Maguire, J.D. (1962). Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, (2), 176-177.
- Marcos Filho, J. (2015). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. (2 ed., 660p) Londrina: ABRATES.
- Marcos Filho, J., et al. (2009). Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. *Revista Brasileira de Sementes*, 31, (1), 102-112.
- Mut, Z., Akay, H., & Aydin, N. (2010). Effects of seed size and drought stress on germination and seedling growth of some oat genotypes (*Avena sativa* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 5 (10), 1101-1107.
- Nakagawa, J. (1999). Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanowski, F.C., et al. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. (Cap 2, pp. 2-21) Londrina: ABRATES.

- Oba, G. C., et al. (2016). Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de nabo forrageiro sob condições salinas. *Revista Cultivando o Saber*, (9), 2, 137-149.
- Pedrotti, A. (2015). Causas e consequências do processo de salinização dos solos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, (19), 2, 1308 -1324.
- Pereira, M. R. R., et al.(2014). Estresse hídrico induzido por soluções de PEG e de NaCl na germinação de sementes de nabiça e fedegoso. *Bioscience Journal*, 30, (3), 687-696.
- Phitsuwan, P., Sakka, K., & Ratanakhanokchai, K. (2013). Improvement of lignocellulosic biomass in plant: a review of feedstock, biomass recalcitrance and strategic manipulation of ideal plants designed of ethanol production and processability. *Biomass and Bioenergy*, 58, 390-405.
- Silva, F. A. S., & Azevedo, C. A. V. (2002). Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, 4, (1), 71-78.
- Sun, Y. D., et al.(2011). Seed germination and physiological characteristics of *Amaranthus mangostanus* L. under drought stress. *Advanced Materials Research-Switz*, 183-185, 1071-1074.
- Taiz, L., et al. (2017). *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal* (888p) Artmed: Porto Alegre.
- Tobe, K., Li, X., & Omasa, K. (2000). Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae). *Annals of Botany*, 85 (3), 391-396.
- Villela, F. A., Doni Filho, L., & Sequeira, E. L. (1991). Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 26, (11/12), 1957-1968.
- Wang, W. B., et al. (2009). Analysis of antioxidant enzyme activity during germination of alfalfa under salt and drought stresses. *Plant Physiology Biochemistry*, 47, 570-577.
- Wu, C, et al. (2011). Effects of drought and salt stress on seed germination of three leguminous species. *African Journal of Biotechnology*, 10, (78), 17954-17961.

Recebido em: 28/06/2018

Aceito em: 22/06/2020