

ESTRESSE HÍDRICO INDUZIDO POR SOLUÇÕES DE PEG E DE NaCl NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE NABIÇA E FEDEGOSO

*SALINE WATER STRESS AND THE GERMINATION OF SEEDS OF *Raphanus raphanistrum* AND *Senna obtusifolia**

Maria Renata Rocha PEREIRA¹; Cibele Chalita MARTINS²; Dagoberto MARTINS³; Rafael J. Navas da SILVA⁴

1. Engenheira Florestal, Professora, Doutora, Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo - FATEC, Capão Bonito, SP, Brasil, mariarenatarp@hotmail.com; 2. Engenheira agrônoma, Professora, Doutora, Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – FCAV, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil; 3. Engenheiro agrônomo, Professor Livre-Docente, Departamento de Produção Vegetal - FCA/UNESP, Botucatu, SP, Brasil; 4. Engenheiro agrônomo, Doutorando, Departamento de Ecologia Aplicada, Esalq, Piracicaba, SP, Brasil.

RESUMO: As plantas estão sujeitas às condições de múltiplos estresses, como por exemplo, o estresse hídrico e salino, que limitam o seu desenvolvimento e suas chances de sobrevivência. O conhecimento dos fatores que controlam a germinação das sementes pode gerar subsídios para estratégias de manejo de espécies de plantas daninhas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os possíveis efeitos dos estresses hídrico causados por soluções de PEG e NaCl na germinação de sementes de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) e fedegoso (*Senna obtusifolia*). A semeadura foi realizada com quatro repetições de 50 sementes sobre papel umedecido com soluções de polietileno glicol (PEG 6000) e NaCl nos potenciais osmóticos de 0,0; -0,2; -0,4 e -0,8 MPa. O teste de germinação foi conduzido a 25°C na presença de luz, avaliando-se a primeira contagem do teste aos sete dias após a semeadura e, semanalmente, a germinação (plântulas normais) até os 35 dias; também foi calculado o índice de velocidade de germinação. A análise dos resultados permitiu a conclusão de que o estresse induzido por PEG hídrico acarreta maior redução no vigor, velocidade de germinação e germinação acumulada de sementes de nabiça e fedegoso. O fedegoso apresentou maior tolerância aos estresse hídrico.

Palavras-chave: Potencial osmótico. Plantas daninhas. Vigor. Salinidade.

INTRODUÇÃO

O sucesso no processo germinativo é dependente do movimento de água por meio dos tecidos da semente. Quando a água é removida, seja por seca ou presença de sais, abaixo do limite suportado pela célula, pode promover o aumento da concentração dos solutos, a alteração do pH da solução intracelular, a aceleração de reações degenerativas, a desnaturação de proteínas e a perda da integridade das membranas e aumento na ocorrência de plântulas danificadas e anormais (SUN; LEOPOLD, 1997; BRAGA, 2010).

A presença de sais interfere no potencial hídrico do solo, reduzindo o gradiente de potencial entre o solo e a semente, restringindo a absorção de água. Quando o potencial osmótico da solução é inferior ao das células do embrião, ocorre a redução da velocidade e porcentagem de germinação e da formação de plântulas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Entretanto, as plantas estão sujeitas às condições de múltiplos estresses, como por exemplo, o estresse salino, que limita o desenvolvimento e as chances de sobrevivência das plântulas, onde quer que elas cresçam.

Um dos métodos difundidos para a determinação da tolerância das plantas ao estresse salino é a observação da capacidade germinativa das sementes nessas condições (LARCHER, 2000). A salinidade afeta a germinação não só dificultando a cinética de absorção de água, mas também facilitando a entrada de íons em quantidade tóxica nas sementes (BRACCINI et al., 1996).

Nas plantas com baixa tolerância a salinidade, a formação de mudas, o crescimento, a produtividade e a qualidade da produção podem ser fortemente comprometido (COSTA et al., 2001), devido provavelmente às reduções na absorção de água e atividades metabólicas das plantas que tem sido amplamente relacionadas as deficiências nutricionais (SZABOLCS 1994, SHANNON; GRIEVE; FRANCOIS, 1994).

Os efeitos de sais solúveis se manifestam por meio da pressão osmótica elevada e a ação tóxica de alguns elementos como o Na⁺ e o Cl⁻ que promovem distúrbios fisiológicos à planta e podem ocasionar a morte (TORRES et al., 2000). Vários estudos têm sido dirigidos à elucidação dos mecanismos de adaptação à salinidade, especialmente os referentes à fisiologia da resistência das plantas à salinidade (SILVA et al., 1992). Um dos métodos mais difundidos para

determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais é a observação da porcentagem de germinação das sementes em substrato salino. A redução do poder germinativo, comparada ao controle, serve como um indicador do índice de tolerância da espécie à salinidade. Nesse método, a capacidade de germinar indica também a tolerância da planta aos sais em estádios subsequentes de desenvolvimento (Silva et al., 1992). De acordo com Souza e Cardoso (2000), além da toxidez causada pelos sais, soluções de NaCl (cloreto de sódio) induzem ao estresse hídrico, bem como o CaCl₂ (cloreto de cálcio), o KCl (cloreto de potássio).

Outros compostos que tem sido comumente utilizado para simular condições de déficit hídrico é o PEG-6000 (polietileno glicol-6000) e manitol, que são compostos quimicamente inertes e não tóxicos (TAMBELINI e PEREZ, 1998). Em um trabalho desenvolvido por Braga et al. (2008), verificou-se que o estresse osmótico causado por soluções de CaCl₂ e PEG, foi mais prejudicial à germinação do que o estresse causado por NaCl.

A espécie *Raphanus raphanistrum* (nabiça) é uma espécie invasora pertencente à família Brassicaceae (Cruciferae). No Brasil, ocorre com intensidade na região Sul e em menor escala na região Centro-Oeste. Pela grande quantidade de sementes viáveis produzidas pela planta, tende a infestar de modo intenso as culturas, especialmente de cereais de inverno; possui grande capacidade de competição, com características morfológicas semelhantes ao nabo forrageiro (LORENZI, 2006). Em princípio, a nabiça apresenta rusticidade e capacidade de suportar estresses ambientais mais acentuadas do que o nabo forrageiro, contudo, estudos complementares são necessários para melhor avaliar os seus comportamentos sob tais condições (LIMA et al., 2007).

Considerando as modalidades de controle e herbicidas disponíveis para diversas culturas agrícolas e florestais, o fedegoso (*Senna obtusifolia* (L)) é uma planta de difícil controle, encontrada em toda a América do Sul, Ásia e África e vem sendo selecionada, formando densas infestações, sendo considerada uma planta daninha de grande importância. (DOUGHARI, et al., 2008).

Para cada espécie existe um valor de potencial hídrico externo abaixo do qual a germinação não ocorre. A habilidade de uma semente germinar sob amplo limite de condições pode ser a manifestação de seu vigor, e nos casos de sementes de plantas daninhas, confere agressividade e capacidade competitiva. Secas periódicas, por exemplo, podem ser encontradas no campo, e

espécies mais adaptadas tem maiores chances de sobrevivência (FANTI; PEREZ, 1998).

No entanto, são escassas as informações sobre a germinação de sementes de plantas daninhas particularmente importantes como a nabiça e o fedegoso, que são espécies agressivas e adaptadas ao ecossistema agrícola. Uma melhor caracterização do comportamento germinativo de sementes e do estabelecimento da plântula sob condições adversas de estresse é importante para o entendimento da dinâmica das populações infestantes.

A grande adaptabilidade ecológica de espécies de plantas daninhas a sistemas conservacionistas de manejo de solo e o aumento da pressão de seleção, pelo intenso uso de herbicidas, estão contribuindo para a seleção de biótipos resistentes dessas espécies. O conhecimento dos fatores que controlam a germinação das sementes pode gerar subsídios para estratégias de manejo dessas espécies conforme relatado por Yamashita e Guimarães (2010).

Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi verificar a germinação de sementes das plantas daninhas nabiça e fedegoso, sob efeito de diferentes níveis de potenciais hídricos induzidos por soluções de PEG e de NaCl.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo (Fatec), Capão Bonito-SP. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos em arranjo fatorial 2 x 4 (agentes osmóticos x potenciais osmóticos) com quatro repetições.

As sementes de nabiça e fedegoso foram colocadas para germinar em substrato umedecido com soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) e cloreto de sódio (NaCl) para simular estresse hídrico nos potenciais osmóticos de 0; -0,2; -0,4 e -0,8 MPa. Para obtenção das soluções de PEG e NaCl, seguiu-se a tabela proposta por Richards (1980), onde quantidades de sal foram diluídas, separadamente, em 200 ml de água destilada, sendo 0,946g, 1,892g e 3,784g de NaCl e 23, 914g, 35,668g e 52,382g de PEG, com potenciais osmóticos de -0,2; -0,4 e -0,8 MPa, respectivamente.

Para cada espécie foram utilizadas 800 sementes, distribuídas em quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, totalizando 200 sementes para cada potencial osmótico testado, semeadas uniformemente sobre duas folhas de papel mata borrão umedecidas com as soluções na quantidade

2,5 vezes a massa do papel (BRASIL, 2009). No nível zero foi utilizada apenas água destilada para umedecer o substrato.

O teste de germinação foi conduzido em caixas plásticas transparentes (11x11 x 3,5 cm) colocadas em sacos plásticos de 0,05 mm de espessura para a manutenção da umidade do substrato, mantidas a 25°C e 8h de luz.

As leituras de germinação foram realizadas semanalmente (até 35 dias), sendo consideradas germinadas as plântulas normais e com extensão radicular igual ou superior a 2 mm e plântulas com comprimento mínimo de 0,3 mm (BRASIL, 2009).

A primeira contagem de germinação e o índice de velocidade de germinação foram realizados em conjunto com o teste de germinação: no teste da primeira contagem foram contabilizadas as plântulas normais presentes no sétimo dia após a semeadura e na determinação do índice de velocidade de germinação (IVG) foi utilizada a metodologia estabelecida por Maguire (1962).

Os valores encontrados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e análise de regressão pelo programa Sisvar sendo adotados os modelos de regressão linear e polinomial, os quais apresentaram significância menor que 5% de

probabilidade e de maior ordem (R^2), empregando-se assim a equação que melhor se ajustou aos dados. As médias de porcentagem de germinação também foram comparadas pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade quando comparou-se as duas espécies testadas dentro de cada agente osmótico em arranjo fatorial 2 x 4 (espécies de plantas daninhas x potenciais osmóticos).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 verificou-se interação entre os agentes e potenciais osmóticos para a porcentagem de germinação de sementes de nabiça, os quais se ajustaram ao modelo de regressão com reduções na germinação total tanto para substratos umedecidos com solução de PEG quanto para NaCl. No entanto, a sensibilidade de sementes de nabiça ao estresse hídrico, induzido por PEG, foi maior que causado por estresse induzido por NaCl. Esta diferença na germinação foi mais evidente nos níveis intermediários de potenciais osmóticos (-0,2 e -0,4 MPa), igualando-se quando submetidas à -0,8 MPa, ou seja, não houve mais germinação em nenhum dos agentes utilizados.

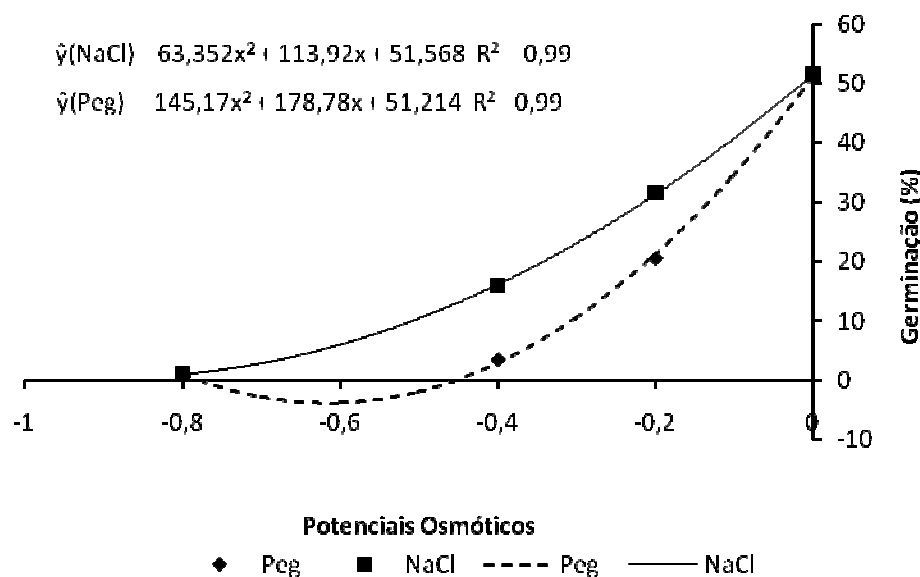


Figura 1. Germinação de sementes de *Raphanus raphanistrum* submetidas a estresse hídrico por soluções de PEG e de NaCl em diferentes potenciais osmóticos. Capão Bonito/SP, 2010.

Resultados semelhantes foram encontrados por Martins et al. (2011), em estudo com sementes de *Melaleuca quinquenervia* submetidas a estresse hídrico (induzidos por PEG e NaCl), em que sob potencial osmótico de -0,8 MPa, não houve germinação independentemente o agente osmótico utilizado.

De acordo com Rebouças et al., (1989) o aumento da concentração de sais no substrato determina redução no potencial hídrico, resultando em menor capacidade de absorção de água pelas sementes, o que geralmente influencia a capacidade germinativa e o desenvolvimento das plântulas. O valor de potencial hídrico crítico, abaixo do qual a

germinação não ocorre, é variável dependendo da espécie.

Segundo Nandula et al. (2006), a espécie *Conyza canadensis* apresenta redução na germinação sob potencial osmótico inferior a -0,8 MPa, enquanto para *Senna occidentalis* esse valor seria de -0,4 MPa (NORSWORTHY e OLIVEIRA, 2005).

O vigor das sementes avaliado pela velocidade de germinação e teste da primeira

contagem (Figuras 2 e 3) foram progressivamente reduzidos com a diminuição dos potenciais osmóticos. Acompanhando os resultados de germinação total, o IVG e o vigor foram menores quando as sementes foram submetidas à estresse induzido por PEG. Não se verificou diferenças nestes dois parâmetros avaliados quando as sementes foram submetidas à potencial osmótico de -0,08 MPa.

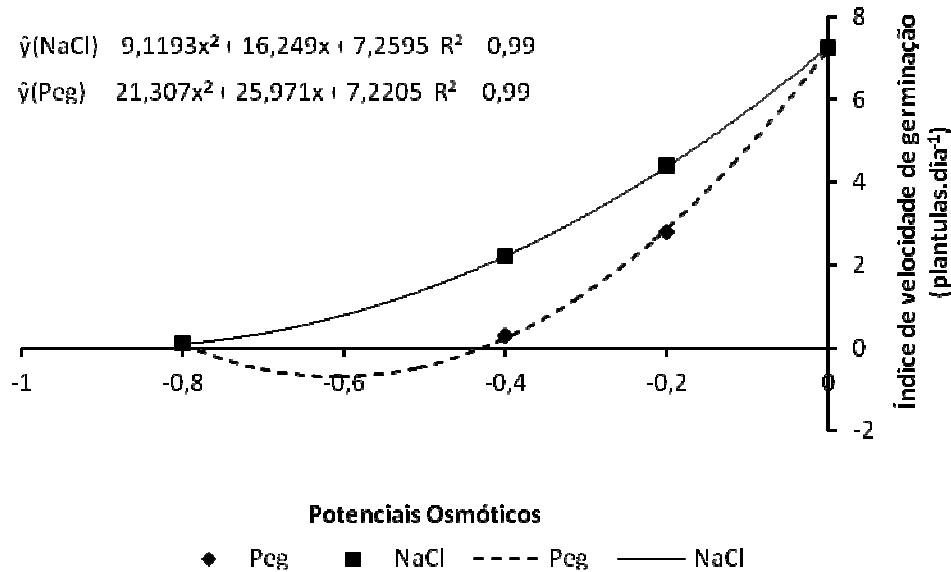


Figura 2. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Raphanus raphanistrum* submetidas a estresse hídrico por soluções de PEG e de NaCl em diferentes potenciais osmóticos. Capão Bonito/SP, 2010.

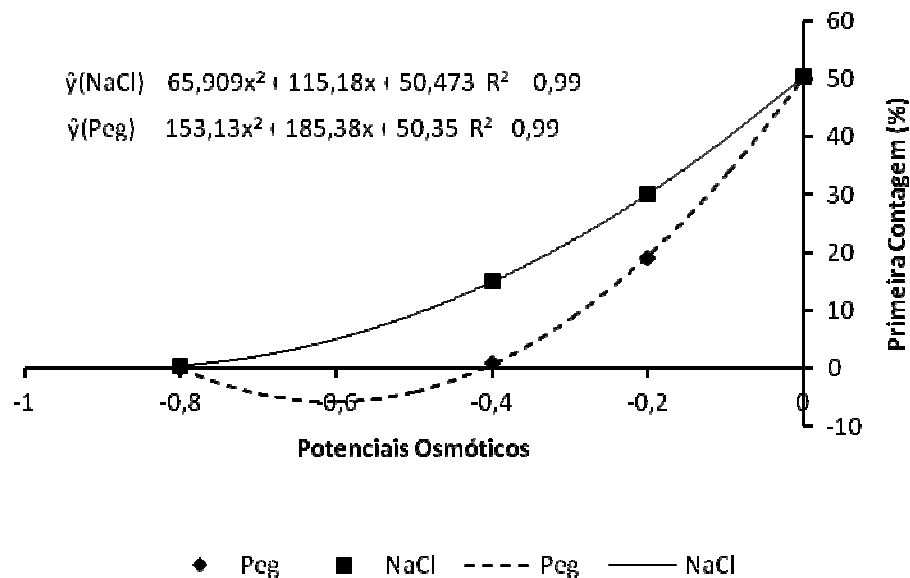


Figura 3. Teste da primeira contagem de germinação de sementes de *Raphanus raphanistrum* submetidas a estresse por soluções de PEG e de NaCl em diferentes potenciais osmóticos. Capão Bonito/SP, 2010.

Como a nabiça pode ser considerada uma daninha, a não germinação em ambientes adversos, pode ter significado ecológico, pois previne o desenvolvimento de plântulas em solos sem os recursos suficientes para suportar o crescimento subsequente (VIDAL e BAUMAN, 1996) e podendo também ser um fator importante na competição com a cultura.

O comportamento das sementes de fedegoso foi semelhante ao observado nas sementes de nabiça, obtendo melhor desempenho sob estresse salino. Os resultados referentes à porcentagem de germinação de sementes de fedegoso submetidas a estresse hídrico induzido por PEG 6000 e NaCl em diferentes potenciais osmóticos são apresentados na Figura 4. Observa-se que as sementes acondicionadas sob estresse induzido por NaCl apresentaram uma maior porcentagem de germinação quando comparadas ao estresse induzido por PG, porém, para ambas as soluções, à medida que o potencial osmótico diminuiu, verificou-se redução gradativa de todos os parâmetros avaliados e, no potencial osmótico -0,8

MPa, as sementes não germinaram, com a utilização dos dois agentes de indução de estresse.

A intensidade da resposta germinativa ao estresse hídrico é variável entre as sementes de diferentes espécies. Em estudo com a espécie pinhão manso, Braga (2010), observou que sob o potencial hídrico de -0,3 MPa, foi constatada ausência da germinação das sementes e elevada porcentagem de plântulas anormais totais.

Fonseca et al. (2003), verificaram que as sementes de *Adenantha Pavonina* (Leg-mim) submetidas ao estresse osmótico com solução de PEG 6000, germinaram até o potencial de -0,4 MPa. Já, Silva et al. (2005) estudando o efeito do estresse hídrico sobre a germinação de sementes de faveleira (*Cnidocolus juercifolius*), espécie pertencente a família Euphorbiaceae e endêmica do semi-árido nordestino, constataram que as sementes apresentaram um limite de tolerância maior, verificando a completa inibição da germinação a partir do potencial de -0,9 MPa.

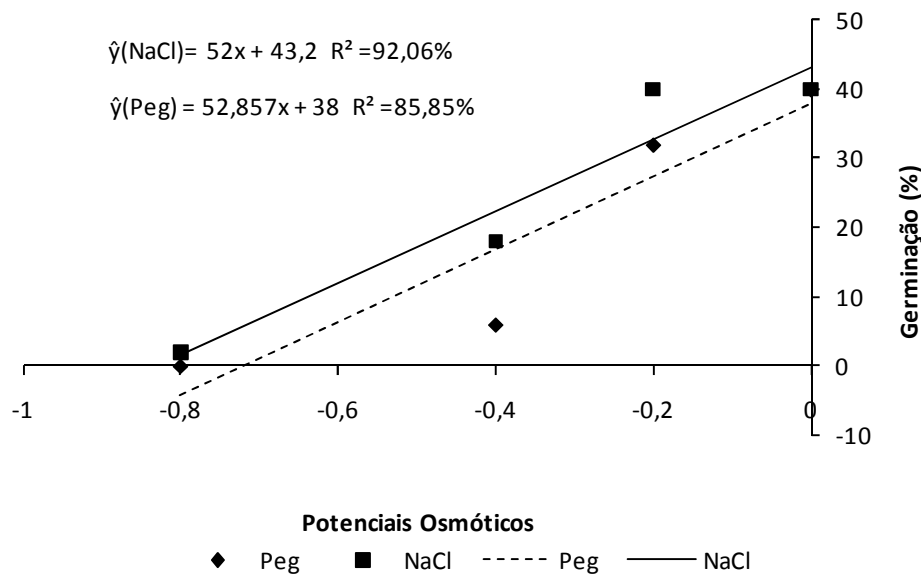


Figura 4. Porcentagem de germinação de sementes de *Senna obtusifolia* submetidas a estresse hídrico induzido por soluções de PEG e de NaCl em diferentes potenciais osmóticos. Capão Bonito/SP, 2010.

Observa-se nas Figuras 5 e 6 que o IVG e porcentagem de germinação na primeira contagem em solução salina, no potencial de -0,2 MPa foi maior que o verificado na testemunha, reduzindo com a diminuição do potencial.

O estresse osmótico pode atuar de forma positiva no estabelecimento da espécie, pois provoca atraso no tempo de germinação das sementes; como estas são heterogêneas na sua resposta a esse estresse, a germinação é distribuída

no tempo e no espaço, permitindo, em condições naturais, aumento da probabilidade de plântulas encontrarem condições ambientais adequadas ao seu estabelecimento e desenvolvimento (NASSIF; PEREZ, 1997).

Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentados os dados da porcentagem de germinação total de sementes de fedegoso e nabiça, em diferentes potenciais osmóticos induzidos por soluções de PEG e NaCl, respectivamente.

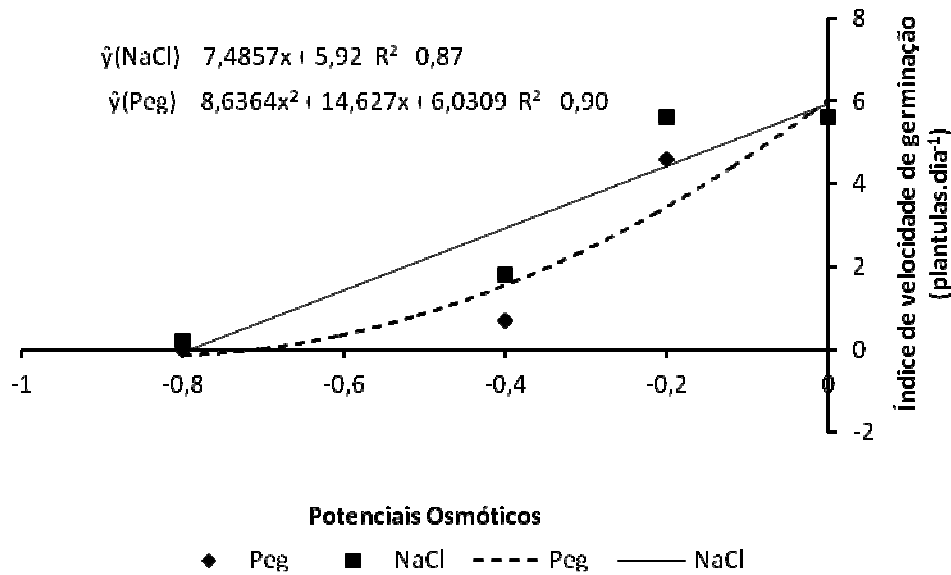


Figura 5. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Senna obtusifolia* submetidas a estresse hídrico induzido por soluções de PEG e de NaCl em diferentes potenciais osmóticos. Capão Bonito/SP, 2010.

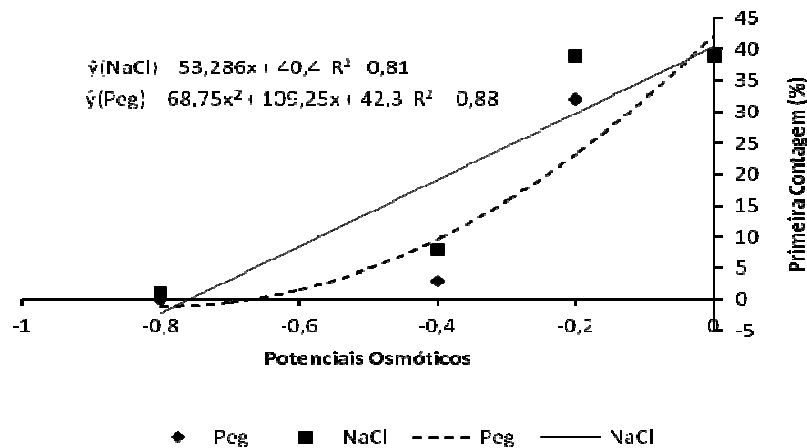


Figura 6. Porcentagem de germinação na primeira contagem (7 dias) de sementes de *Senna obtusifolia* submetidas a estresse hídrico induzido por soluções de PEG e de NaCl em diferentes potenciais osmóticos. Capão Bonito/SP, 2010.

Tabela 1. Porcentagem de germinação de sementes de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) e fedegoso (*Senna obtusifolia*) submetidas a estresse hídrico induzido por solução de PEG em diferentes potenciais osmóticos. Capão Bonito/SP, 2010.

Espécies	Potenciais Osmóticos (Mpa)			
	0	-0,2	-0,4	-0,8
Fedegoso	40,0 a B	32,0 a A	6,0 b A	0,0 b A
Nabiça	51,0 a A	20,5 b B	3,5 c A	1,0 c A
F espécie (E)	0,020 ^{ns}			
F Potenciais osmóticos (P.O.)	63,423 ^{**}			
F (E) x (P.O.)	3,275 [*]			
CV (%)	38,0			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (p<0,05); **- Significativo ao nível de 1% de probabilidade; *- Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns – não significativo

Tabela 2. Porcentagem de germinação de sementes de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) e fedegoso (*Senna obtusifolia*) submetidas a estresse hídrico induzido por solução de NaCl em diferentes potenciais osmóticos. Capão Bonito/SP, 2010.

Espécies	Potenciais Osmóticos (Mpa)			
	0	-0,2	-0,4	-0,8
Fedegoso	40,0 a B	40,0 a A	18,0 b A	2,0 c A
Nabiça	51,5 a A	31,5 b A	16,0 c A	1,0 d A
F espécie (E)	0,001 ^{ns}			
F Potenciais osmóticos (P.O.)	85,117**			
F (E) x (P.O.)	3,835*			
CV (%)	24,0			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$); ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo

Comparando-se as duas espécies submetidas ao estresse hídrico, verifica-se na Tabela 1, redução na germinação das sementes de fedegoso de 20% e de 59,8% para a nabiça quando em potencial osmótico de -0,2 MPa, demonstrando grande variação das respostas nas diferentes

espécies ao estresse hídrico, mesmo sendo este considerado leve.

Com a diminuição do potencial (-0,4 MPa) os valores de germinação das duas espécies testadas se aproximam, podendo assim considerar que a partir deste valor a germinação fica comprometida (Figura 7A).

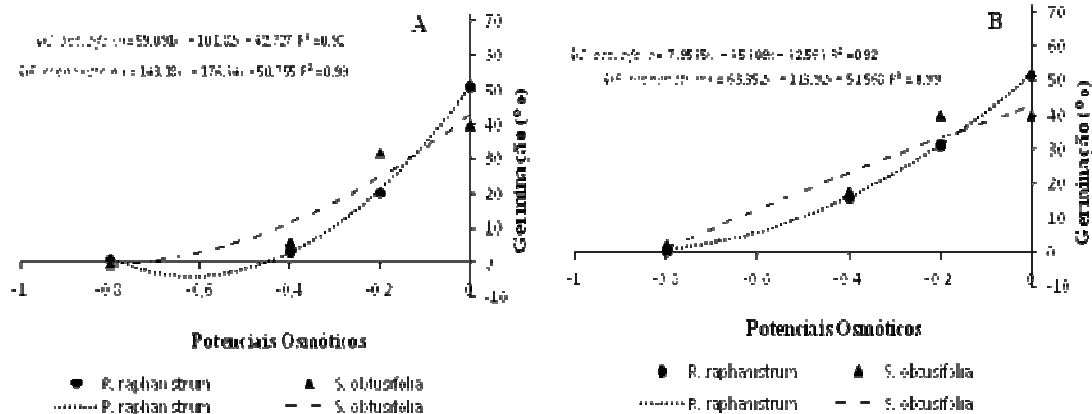


Figura 7. Porcentagem de germinação de sementes de *Raphanus raphanistrum* e *Senna obtusifolia* submetidas a estresse hídrico induzido por solução de PEG (A) e de NaCl (B) em diferentes potenciais osmóticos. Capão Bonito/SP, 2010.

As respostas ao estresse hídrico são variáveis, dependendo da espécie, podendo ser observada até em espécies de mesmo gênero como verificadas por Yamashita e Guimarães (2010), em que na germinação total, não se observou diferença entre os potenciais para *Conyza canadensis*. Já, para *Conyza bonariensis*, o potencial osmótico influenciou a germinação a partir de -0,05 MPa. Essa espécie mostrou-se mais sensível à presença de restrição hídrica mesmo em baixos potenciais.

Estudos sobre relações hídricas são importantes para o conhecimento da biologia das sementes. A habilidade de tolerar a deficiência hídrica que as sementes de plantas daninhas

apresentam, podendo sobreviver durante longos períodos sob condições adversas, tem sido o mecanismo adaptativo que permite a distribuição destas espécies em ambientes ecologicamente hostis (BRADFORD, 1995).

Observa-se que no potencial de -0,2 MPa, não houve redução da germinação de fedegoso, já, a germinação das sementes de nabiça foi reduzida em 39%, neste mesmo potencial. Quando aumentou-se o estresse com a diminuição do potencial para -0,4 MPa, houve diminuição na germinação de 55% para o fedegoso e de 68,9% para a nabiça, em relação ao tratamento testemunha, indicando menor

resistência da nabiça ao estresse salino (Tabela 2 e Figura 7B).

A alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, pois a água é osmoticamente retida em solução salina, assim, o aumento da concentração salina torna-a cada vez menos disponível para as plantas (MUNNS, 2002). As espécies que são sensíveis à salinidade e, quando semeadas em soluções salinas, observam-se inicialmente uma diminuição na absorção de água, que atua reduzindo a velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos (FLOWERS, 2004). Tobe et al. (2000) acrescentam que a inibição da germinação ocasionada pela salinidade se deve tanto

ao efeito osmótico, ou seja, à “seca fisiológica” produzida, como ao efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma.

CONCLUSÕES

As condições de estresse prejudicaram a germinação e o vigor das sementes de nabiça e fedegoso, mas o fedegoso é mais resistente.

O estresse hídrico induzido pela solução de PEG foi mais crítico do que o induzido por NaCl para as duas espécies estudadas e o limite mínimo de germinabilidade foi verificado no potencial de -0,4 MPa.

ABSTRACT: The plants are subject to the conditions of multiple stresses, such as water and salt stress, which limit their development and their chances of survival. Aware of the factors that control seed germination can generate support for management strategies of weed species. The objective of this study was to evaluate the possible effects of water stress caused by PEG and NaCl solutions on germination of wild *Raphanus raphanistrum* and *Senna obtusifolia* seeds. The seeding was done with four repetitions of 50 seeds on moistened paper with solutions of polyethylene glycol (PEG 6000) and NaCl at osmotic potentials of 0.0, -0.2, -0.4 and -0.8 MPa. The germination test was conducted at 25° C in the presence of light, evaluating the first test score to seven days after sowing, and weekly, germination (normal seedlings) until 35 days; it was also calculated the index germination rate. The results allowed the conclusion that water stress by PEG causes a greater reduction in force, speed of germination and accumulated germination of seeds of *Raphanus raphanistrum* and *Senna obtusifolia* seeds. The *Senna obtusifolia* was more tolerant to water stress.

KEYWORDS: Osmotic potential. Weeds. Vigor. Salinity.

REFERÊNCIAS

- BRACCINI, A. L. RUIZ, H. A.; BRACCINI, M. C. L.; REIS, M. S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietilenoglicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 18, n. 1, p. 10-16, 1996.
- BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P.; CESARO, A. S.; LIMA, G. P. P.; Gonçalves, A. N. Germinação de sementes de pinho-cuiabano sob deficiência hídrica com diferentes agentes osmóticos. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 36, n. 78, p. 157-163, 2008.
- BRAGA, N. S. Avaliação fisiológica de sementes de pinhão manso. 2010. 57p. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588P.
- COSTA, J. R. M. et al. Caracterização dos frutos de maracujá-amarelo irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 143-146. 2001.
- DOUGHARI, J. H.; EL-MAHMOOD, A. M.; TYOYINA, I. Antimicrobial activity of leaf extracts of *Senna obtusifolia* (L). **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, Nairobi, v. 2, n. 1, p. 007-013, 2008.

- FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. efeitos do estresse hídrico salino e térmico no processo germinativo de sementes de *Andenantha pavonina* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 167-177, 1998.
- FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n. 396, p. 307-319, 2004.
- FONSECA, S. C. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Germinação de sementes de olho-de-dragão (*Adenantha pavonina* L.): ação de poliaminas na atenuação do estresse salino. **R. Bras. Sementes**, Pelotas, v. 23, n. 2, p. 14-20, 2001.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.
- LIMA, J. D. et al. Comportamento do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e da nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.) como adubo verde. **Pesq Agropec Trop**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 60-63, 2007.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 624 p., 2000.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in relation evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Sci.**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARTINS, C. C.; PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, D.; MARCHI, S. R. Germinação de sementes de *Melaleuca quinquenervia* em condições de estresse hídrico e salino. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2011.
- MUNNS R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, p. 239–250, 2002.
- NANDULA, V. K. et al. Factors affecting germination of horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Sci.**, Lawrence, v. 54, n. 5, p. 898-902, 2006.
- NANDULA, V. K. et al. Factors affecting germination of horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Sci.**, Lawrence, v. 54, n. 5, p. 898-902, 2006.
- NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Germinação de sementes de amendoim do campo (*Pterogyne nitens* Tul. – Fabaceae-Caesalpinioideae) submetidas a diferentes condições de estresse hídrico e salino. **R. Bras. Sementes**, Pelotas, v. 19, n. 2, p. 142-149, 1997.
- NORSWORTHY, J. K.; OLIVEIRA, M. J. *Coffee senna* (*Cassia occidentalis*) germination and emergence is affected by environmental factors and seedling depth. **Weed Sci.**, Lawrence, v. 53, n. 5, p. 657-662, 2005.
- 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**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 79-85, 1989.
- RICHARDS, L. A. **Suelos Salinos y Sódicos**. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México. 1980. 171p.
- SHANNON, M. C.; GRIEVE, C. M.; FRANCOIS, L. E. Whole-plant response to salinity. In: WILKINSON, RE. **Plant environment interactions**. New York: Marcel Dekker Inc., 1994. p. 199-244.
- SILVA, M. J. da; SOUZA, J. G. de; BARREIRO NETO, M. et al. Seleção de três cultivares de algodoeiro para tolerância à germinação em condições salinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 655-659, 1992.

- SILVA, et al. Estresse hídrico e condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Cnidoscolus juercifolius*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 66-72, 2005.
- SOUSA, G. M.; CARDOSO, V. J. M. Effects of different environmental stress on seed germination. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 28, n. 3, p. 621-630, 2000.
- SUN, W. Q.; LEOPOLD, A. C. Cytoplasmic vitrification and survival of anhydrobiotic organisms. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Hong Kong, v. 117, n. 3, p. 327-33, 1997.
- SZABOLCS, I. Soil and salinization. In: MOHAMMAD, P. (Ed.). **Handbook of plant and crop stress**. New York: Marcel Dekker Inc., 1994. p. 3-11.
- TAMBELINI, M.; PEREZ, S. C. J. G. Efeitos do estresse hídrico simulado com peg (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 20, n. 1, p. 226-232, 1998.
- TOBE, K.; LI, X.; OMASA, K. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium capsicum* (Chenopodiaceae). **Annals of Botany**, Oxford, v. 85, n. 3, p. 391-396, 2000.
- TORRES, S. B.; VIEIRA, E. L.; MARCOS FILHO, J. Efeito da salinidade na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 22, n. 4, p. 39-44, 2000.
- VIDAL, R. A.; BAUMAN, T. T. Surface wheat (*Triticum aestivum*) residues, giant foxtail (*Setaria faberi*), and soybean (*Glycine max*) yield. **Weed Sci.**, Lawrence, v. 44, n. 4, p. 939-943, 1996.
- YAMASHITA, O. M. e GUIMARÃES, S. C. Germinação das sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em função da disponibilidade hídrica no substrato. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 309-317, 2010.