

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE BETERRABA EM CONDIÇÕES DE ESTRESSE HÍDRICO E SALINO

MACIEL, Khétrin Silva¹
LOPES, José Carlos¹
MORAES, Carlos Eduardo¹
FARIAS, Carla Caroline Magalhães¹
LIMA, Paula Aparecida Muniz de¹

Recebido em: 2014.07.07

Aprovado em: 2015.10.09

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1167

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o estresse hídrico, salino e a curva de embebição em sementes de beterraba. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES. Foram utilizadas sementes de beterraba (*Beta vulgaris* L.) cultivar Maravilha Top Tall Early Wonder (Feltrin® sementes). Para o estudo do estresse hídrico e salino as sementes foram distribuídas em rolos de papel tipo germitest, umedecidas na proporção de 2,5 vezes a massa do papel nas seguintes soluções: cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl), manitol e polietileno glicol (PEG-6000) com potenciais osmóticos de 0,0; -0,4; -0,8 e -1,4 MPa mantidas em Mangelsdorff sob temperatura de 20 °C e fotoperíodo de 12 horas. Foram avaliados a porcentagem e o índice de velocidade de germinação, o comprimento da parte aérea e radicular e a massa fresca e seca das plântulas. O teste de embebição foi conduzido em Mangelsdorff sob mesma metodologia do estresse hídrico e salino sendo as sementes distribuídas em placas de Petri forradas com papel tipo germitest. O estresse salino e hídrico são prejudiciais à germinação e ao vigor de sementes de beterraba, sendo o estresse hídrico induzido com PEG o mais prejudicial. As curvas de embebição apresentaram a resposta dos agentes osmóticos no processo de absorção de água com diferentes potenciais.

Palavras-chave: *Beta vulgaris* L. KCl. Manitol. NaCl. PEG.

GERMINATION OF BEET SEEDS IN TERMS OF WATER AND SALT STRESS

SUMMARY: The objective was to evaluate the water stress, salt and soaking curve beet seeds. The work was conducted at the Laboratory of Department of Seed Analysis of Vegetable Production of Agricultural Sciences Center of the Federal University of Espírito Santo (CCA-UFES) in Alegre-ES. Beet seeds were used (*Beta vulgaris* L.) cultivar Maravilha Top Tall Early Wonder (Feltrin® seeds). To study the water and salt stress the seeds were distributed into type germitest paper rolls wetted in a proportion of 2.5 times the mass of the paper in the following solutions: sodium chloride (NaCl), potassium chloride (KCl), mannitol and polyethylene glycol (PEG-6000) with osmotic potentials of 0.0; -0.4; -0.8 -1.4 MPa and kept in Mangelsdorff under 20 °C and photoperiod of 12 hours. We evaluated the percentage and the germination rate index, the length of shoots and roots and fresh and dry weight of seedlings. The dunk test was conducted in Mangelsdorff under same methodology of water and salt stress and the seeds distributed in Petri dishes lined with paper type germitest. The salt and water stress are harmful to the germination and vigor of beet seed, and water stress induced by PEG most damaging. The imbibition curves showed the response of the process of osmotic agents water absorption with different potentials.

Keywords: *Beta vulgaris* L. KCl. Manitol. NaCl. PEG.

INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) pertencente à família Chenopodiaceae, é originária das regiões

¹ Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias. Alto Universitário, s/n, Bairro Guararema, Caixa Postal 16, CEP:29500-000, Alegre, ES, Brasil. khetrinmaciel@gmail.com; jcufes@bol.com.br; carlosmoraes.engeflor@yahoo.com.br; carla_caroline_mf@hotmail.com; aluap-lima@hotmail.com

Mediterrânea e do Norte da África. As regiões Sudeste e Sul do Brasil cultivam 77% do que é produzido devido suas condições climáticas serem propícias ao desenvolvimento da cultura, como temperaturas amenas e baixa umidade. O consumo per capita de beterraba no Brasil aumentou consideravelmente nas últimas décadas em razão do sabor peculiar da raiz tuberosa que apresenta sabor doce de coloração arroxeada, fonte de sais minerais, principalmente, ferro e açúcares (PUIATTI; FINGER, 2009).

A salinidade em solos afeta diversos aspectos da fisiologia e bioquímica das plantas, reduzindo significativamente seus rendimentos. Altas concentrações salinas afetam a germinação das sementes, causando déficit hídrico, estresse osmótico e desequilíbrio iônico nas células resultando em toxicidade (KHAN; PANDA, 2008).

Os efeitos dos sais na solução do solo são indesejáveis podendo atingir níveis tóxicos para as plantas. Nas regiões áridas e semiáridas, onde ocorre maior acúmulo de sais no solo, ele torna-se um fator limitante na produção agrícola. Estima-se que mais de 800 milhões de hectares, correspondente a 6% da área composta por solo da Terra são afetados por sais (MUNNS; TESTER, 2008).

A germinação e o vigor das sementes podem ser avaliados em condições de estresse salino provocado por soluções de NaCl ou KCl (MACHADO NETO *et al.*, 2006). O excesso de sais solúveis altera o potencial hídrico do solo, age de forma tóxica para o embrião e influencia a germinação (FONSECA; PEREZ, 1999).

A disponibilidade hídrica reduz a taxa e a velocidade de germinação das sementes podendo causar alterações do seu metabolismo que influenciam a sua eficiência (RAVEN, 2007). O polietilenoglicol (PEG-6000) tem simulado satisfatoriamente baixos potenciais de água, sem ser absorvido pelas sementes e vem sendo amplamente utilizado em laboratório, por ser um composto químico não tóxico (HARDEGREE; EMMERICH, 1994).

A germinação das sementes inicia-se com a embebição de água e desencadeia uma série de mudanças metabólicas como a emergência de raiz primária. É importante determinar a curva de absorção de água para cada espécie, devido os estudos de impermeabilidade de tegumento, determinação da duração de tratamentos com reguladores vegetais, condicionamento osmótico e pré-hidratação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Diante do exposto o presente trabalho teve como objetivo avaliar o estresse hídrico, salino e a curva de embebição de sementes de beterraba.

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizadas sementes de beterraba (*Beta vulgaris* L.) cultivar Maravilha Top Tall Early Wonder (Feltrin® sementes).

O estresse hídrico e salino foi conduzido em germinador do tipo Mangelsdorff sob temperatura de 20 °C e fotoperíodo de 12 horas sendo as sementes distribuídas em rolos de papel tipo germitest, umedecidas na proporção de 2,5 vezes a massa do papel nas seguintes soluções: cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl), manitol e polietileno glicol (PEG-6000), preparadas segundo a equação de Van't Hoff, citada por Salisbury e Ross (1992): $\Psi_{os} = - RTC$.

Em que:

Ψ_{os} = potencial osmótico (atm);

R= constante geral dos gases perfeitos (0,082 atm . l . mol⁻¹ k⁻¹);

T= temperatura (°K); e

C= concentração (mol/l) (Nº de moles/l).

Os potenciais foram: 0,0; -0,4; -0,8 e -1,4 MPa, obtidos pela dissolução dos agentes osmóticos em água destilada, e como controle (testemunha) utilizou água destilada. Foram utilizados quatro repetições de 25 sementes para cada agente/potencial osmótico.

Para avaliação da qualidade fisiológica das sementes foram utilizados os seguintes testes e/ou determinações:

Germinação - conduzido com quatro repetições de 25 sementes distribuídas em rolos de papel germitest umedecidos com cada uma das soluções na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco e mantidas em Mangelsdorff sob temperatura de 20 °C com fotoperíodo de 12 horas. As contagens de germinação foram efetuadas no 4º e no 14º dia após a instalação do teste (BRASIL, 2009);

Índice de velocidade de germinação - determinado concomitante com o teste de germinação, sendo computado diariamente o número de sementes que apresentaram protrusão da raiz primária igual ou superior a 2 mm, até a estabilização. O índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com Maguire (1962);

Comprimento da parte aérea e da raiz - realizados com quatro repetições de dez sementes, semeadas sobre uma linha traçada sobre o terço superior da folha de papel germitest. O comprimento da parte aérea foi obtido após 14 dias da semeadura com o auxílio de régua milimetrada, da distância entre o colo da planta e o ponto de inserção do primeiro par de folhas; e o comprimento da raiz pela medida tomada entre o colo da planta e a ponta da maior raiz. Os resultados foram expressos em mm planta⁻¹;

Massas fresca e seca das plântulas - determinados após 14 dias de germinação das plântulas, em balança com precisão de 0,0001 g. Posteriormente, as plântulas foram acondicionadas em sacolas de papel tipo *Kraft*, mantidas em estufa de convecção a 80 °C por 72 horas. Após esse período, as amostras foram armazenadas em dessecador com sílica, e posteriormente pesadas em balança de precisão de 0,0001 g e os resultados expressos em mg plântula⁻¹.

O teste de embebição foi conduzido em Mangelsdorff sob temperatura de 20 °C, sob fotoperíodo de 12 horas sendo as sementes distribuídas em placas de Petri forradas com papel germitest, umedecidas com a quantidade de 2,5 vezes a massa do papel nas seguintes soluções: cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl), manitol e polietileno glicol (PEG-6000) com potenciais osmóticos de 0,0; -0,4; -0,8 e -1,4 MPa. Utilizou-se quatro repetições de 25 sementes para cada agente/potencial osmótico.

Após intervalos de tempo predeterminados (de hora em hora nas doze primeiras horas, depois a cada 24 horas até 168 horas), as sementes eram retiradas das soluções, secas superficialmente com papel filtro, pesadas e colocadas novamente para embeber conforme método descrito por Baskin e Baskin (2001).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4 (quatro agentes osmóticos x quatro potenciais osmóticos), com quatro repetições de 25 sementes. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e de homogeneidade de variância. Os dados foram submetidos à análise de regressão e utilizou o software R version 3.0.1.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Pela análise de regressão foi observado efeito significativo das concentrações hídricas e salinas sobre a germinação e o vigor das sementes de beterraba (Figura 1).

Os estresses hídricos e salinos afetaram os parâmetros germinação e vigor das sementes. A salinidade não é apenas ocasionada pelo efeito tóxico dos sais, mas também à seca fisiológica, pois, com o

aumento da concentração de sais no solo, há diminuição do potencial osmótico e consequentemente diminuição do potencial hídrico, afetando a cinética de absorção de água pelas sementes (efeito osmótico) e eleva os níveis tóxicos na concentração de íons no embrião (efeito tóxico) (PEREZ; MORAES, 1994).

Em água destilada, as sementes de beterraba apresentaram 80% de germinação e com o aumento das concentrações (redução do potencial osmótico) houve queda dos valores para todos os agentes osmóticos. O estresse hídrico em solução de PEG foi mais prejudicial às sementes do que o manitol, seguido do estresse salino em solução de cloreto de sódio e cloreto de potássio. Para a solução de PEG, a redução iniciou-se com um potencial osmótico de -0,4 MPa, passando a apresentar germinação nula no potencial -1,4 MPa (Figura 1A). Efeito semelhante do PEG-6000 foi reportado por Bello *et al.* (2008) que mostram que a inibição da germinação nas maiores concentrações de PEG ocorreram devido à restrição hídrica nas sementes. Segundo Rosa *et al.* (2005), o PEG controla a absorção de água pelos tecidos da semente, impedindo ou dificultando o início do processo germinativo. O estresse hídrico geralmente atua reduzindo a porcentagem e a velocidade de germinação das sementes, em que cada espécie apresenta um valor de potencial hídrico no solo, abaixo do qual a germinação não ocorre (LOPES; MACEDO, 2008).

Para o índice de velocidade de germinação (IVG), o comportamento das sementes foi semelhante para a germinação (Figura 1B). O estresse hídrico em solução de PEG foi mais prejudicial às sementes do que o manitol, seguido do estresse salino em solução de cloreto de sódio e cloreto de potássio. No potencial 0,0 MPa apresentou 4,09 de IVG e na solução de PEG-6000 houve redução com um potencial osmótico de -0,4 MPa com 1,75 de IVG, passando a apresentar valor nulo em solução de -1,4 MPa.

O PEG por apresentar alto peso molecular não é absorvido, apresenta alta viscosidade, que somada à baixa taxa de difusão de O₂, pode comprometer a disponibilidade de oxigênio para as sementes (YOON *et al.*, 1997). O íon Na tem a capacidade de aumentar a permeabilidade da membrana e reduzir a seletividade da absorção, assim, sementes expostas às soluções de NaCl, poderia provavelmente, apresentar maior velocidade de absorção por alteração da permeabilidade, com consequente diferenças no processo germinativo (ASHRAF; O'LEARY, 1997). A diminuição da germinação de sementes submetidas ao estresse hídrico é atribuída à redução da atividade enzimática, a qual promove menor desenvolvimento meristemático, enquanto o estresse salino afeta a germinação, não só dificultando a cinética de absorção da água, mas também facilitando a entrada de íons em quantidade tóxica nas sementes em embebição (BRADFORD, 1995).

Para o comprimento da parte aérea e massa fresca de plântulas de beterraba, na solução de cloreto de sódio as sementes apresentaram-se com menor efeito da toxicidade do que nos demais agentes osmóticos (Figuras 1C e 1E). No potencial de 0,0 MPa, as plântulas apresentaram 56 mm de comprimento de parte aérea, chegando a 30 mm no potencial -1,4 MPa de cloreto de sódio e para a massa fresca, na ausência de sal apresentou 28 mg chegando a 16 mg no potencial de -1,4 MPa na solução de cloreto de sódio.

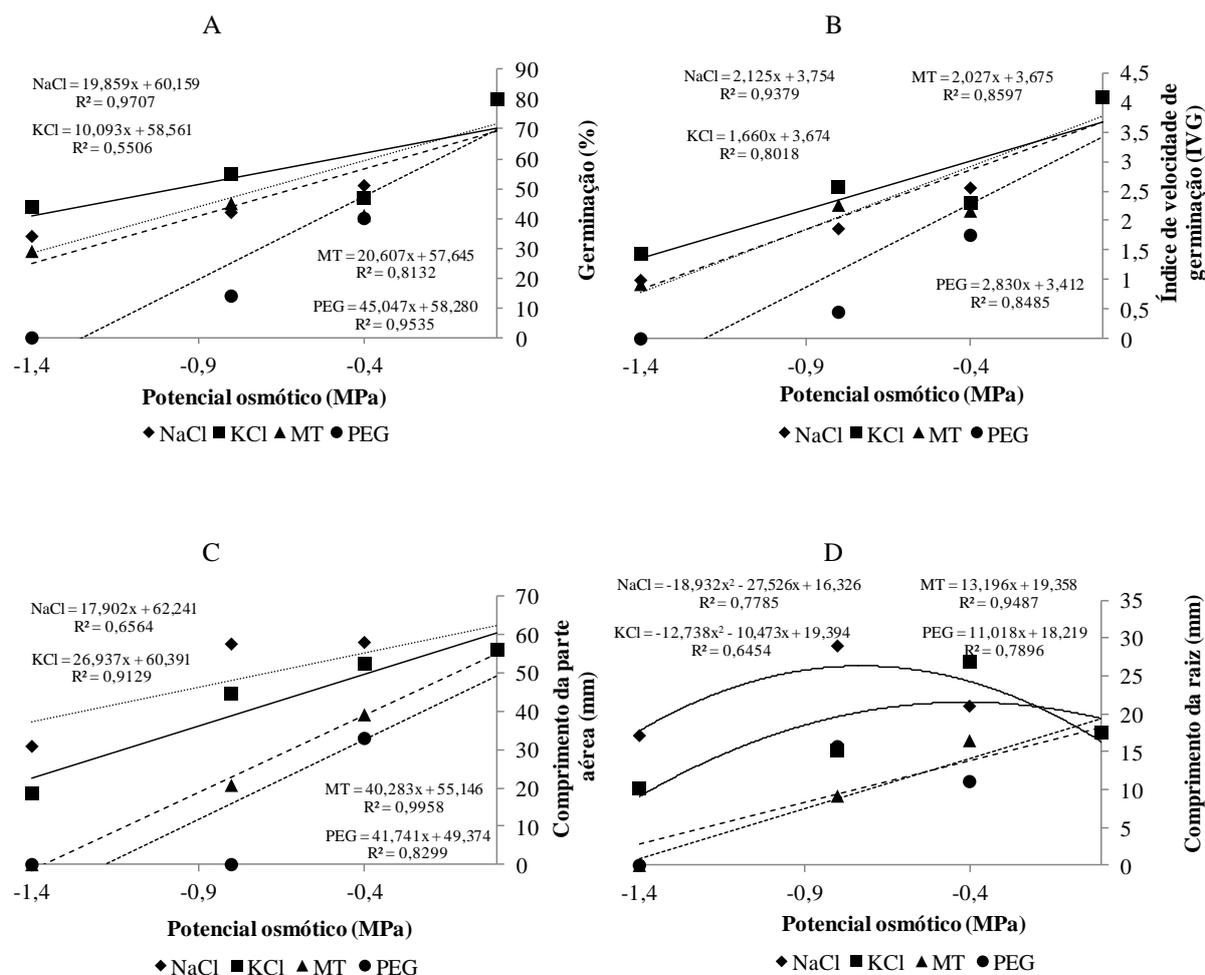
Para a solução de manitol e PEG-6000, a partir do potencial -0,8 MPa simulou um estresse acentuado, em que houve protrusão da raiz primária e não houve desenvolvimento da parte aérea, cuja massa fresca foi nula. Pereira *et al.* (2014) também observaram que o estresse hídrico induzido pela solução de PEG foi mais crítico em sementes de nabiça e fedegoço.

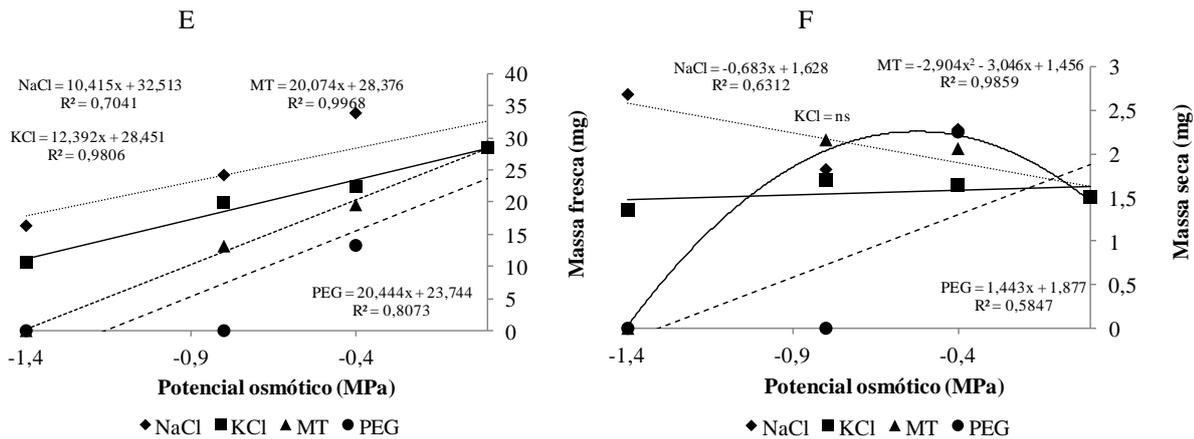
A solução de cloreto de sódio não afetou o comprimento da raiz com o aumento da concentração (-1,4 MPa) mantendo constante (Figura 1D). Para os demais agentes osmóticos o aumento das concentrações afetou o comprimento radicular. No potencial 0,0 MPa apresentou 17 mm e 10 mm para a solução de cloreto de potássio a -1,4 MPa. Para as soluções de manitol e PEG-6000 apresentou valores nulos no potencial -1,4 MPa.

De acordo com Verslues *et al.* (2006), a presença de sais causa diferentes tipos de estresse, incluindo a alteração na absorção de nutrientes, acúmulo de íons tóxicos, como o sódio e o potássio, estresse osmótico e oxidativo. O estresse salino nas fases iniciais da germinação tem como principal causador de injúria o desequilíbrio iônico e a toxicidade causada pelo excesso de sódio. O baixo potencial hídrico causado pela presença de agentes osmóticos geralmente inibe o crescimento da parte aérea e radicular da plântula.

Houve aumento linear dos valores de massa seca de plântulas na solução de cloreto de sódio, enquanto no cloreto de potássio, não foi observada a variação nesta variável (Figura 1E). Para as soluções de manitol e PEG-6000, a redução do potencial (-1,4 MPa) determinou inibição do processo germinativo, não apresentando a massa seca de plântula. Custódio *et al.* (2009) observaram redução da massa seca de parte aérea de plântulas de feijão utilizando manitol para simular o estresse hídrico.

Figura 1: Germinação (A), índice de velocidade de germinação (B), comprimento da parte aérea (C), comprimento da raiz (D), massa fresca (E) e massa seca (F) de plântulas de beterraba (*Beta vulgaris* L.) em diferentes concentrações de cloreto de sódio (NaCl - linha pontilhada), cloreto de potássio (KCl - linha contínua), manitol (MT - linha tracejada curta) e polietileno glicol (PEG - linha tracejada longa). CCA-UFES, Alegre (ES), 2014.





Nas Figuras 2 e 3 estão ilustradas as curvas de absorção de água de sementes de beterraba com diferentes potenciais de cloreto de sódio, potássio, manitol e PEG, nas quais o processo de absorção de água pelas sementes evolui de acordo com o padrão trifásico. De acordo com a Figura 2, o aumento das concentrações (redução do potencial osmótico) modificou a forma de absorção de água das sementes imersas nas soluções de cloreto de sódio e de potássio. O teor de água inicial da semente era 10,7% atingindo 33% uma hora depois de embebida no potencial 0,0 MPa (controle) no qual pode observar claramente a caracterização da fase I da curva de absorção, descrita por Bewley e Black (1994). A fase I é bastante rápida consequência do potencial matricial dos vários tecidos da semente e, por isso, independe da semente ser dormente ou da viabilidade. No potencial -0,4 MPa as sementes embebidas em solução de cloreto de sódio absorveram 25% da solução e para a solução de cloreto de potássio 37% (Figuras 2A1 e 2B1). As sementes embebidas na solução de cloreto de sódio demoraram absorver água devido a toxidez do sal. A redução do potencial osmótico promoveu absorção de água mais lento, em relação às soluções sem a presença de sais.

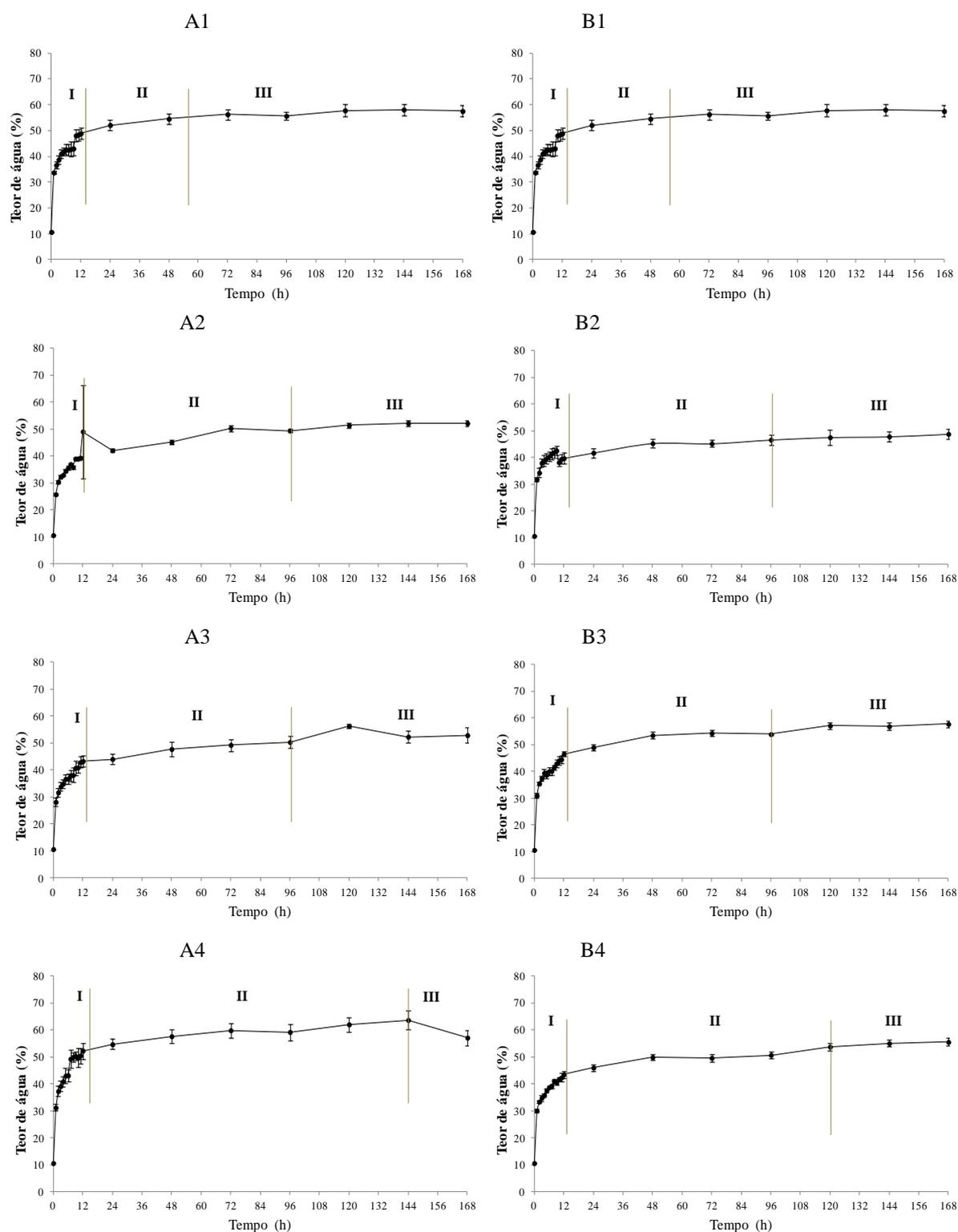
Alto nível salino acarreta mudanças na capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar os íons necessários ao seu crescimento, e reduz a taxa de assimilação metabólica, a atividade de enzimas responsáveis pela respiração e fotossíntese, restringindo assim, a obtenção de energia para o crescimento e diferenciação das células em tecidos, reduzindo consequentemente, o alongamento do eixo embrionário e a produção de massa seca (NOBRE *et al.*, 2010).

A fase II, denominada de estacionária, a semente absorve água muito lentamente, como pode ser observado na Figura 2.

Na fase III caracterizada como fase de absorção ativa de água, a qual só a atingem as sementes não dormentes e viáveis até a emissão da raiz primária. Nesse estágio, o eixo embrionário já teria iniciado seu crescimento, de maneira que as novas células em formação e crescimento exigem água.

A absorção de água das sementes imersas em soluções de cloreto de sódio e potássio em diferentes potenciais foi proporcional à percentagem de germinação. Os sais cloreto de sódio e de potássio foram tóxicos para a semente dificultando o processo de germinação como se observa nas Figuras 2A4 e 2B4 (fase III) levando 144 dias para a germinação o cloreto de sódio e 120 dias o cloreto de potássio com suas respectivas percentagens de germinação 34% e 44% para o potencial -1,4 MPa. As sementes embebidas em solução de cloreto de sódio apresentaram menor absorção de água consequentemente menores valores de germinação em comparação ao cloreto de potássio. Martins *et al.* (2011) avaliou efeitos de absorção de água na percentagem de germinação de sementes de melaleuca (*Melaleuca quinquenervia*) de acordo com o aumento da quantidade de NaCl na solução houve diminuição de germinação.

Figura 2: Curva de embebição de sementes de beterraba (*Beta vulgaris* L.) em diferentes potenciais (0,0 - A1, B1), (-0,4 MPa - A2, B2), (-0,8 MPa - A3, B3), (-1,4 MPa - A4, B4) de cloreto de sódio (NaCl - A) e cloreto de potássio (KCl - B) durante 168 horas, desde o tempo zero (sementes secas). CCA-UFES, Alegre (ES), 2014.



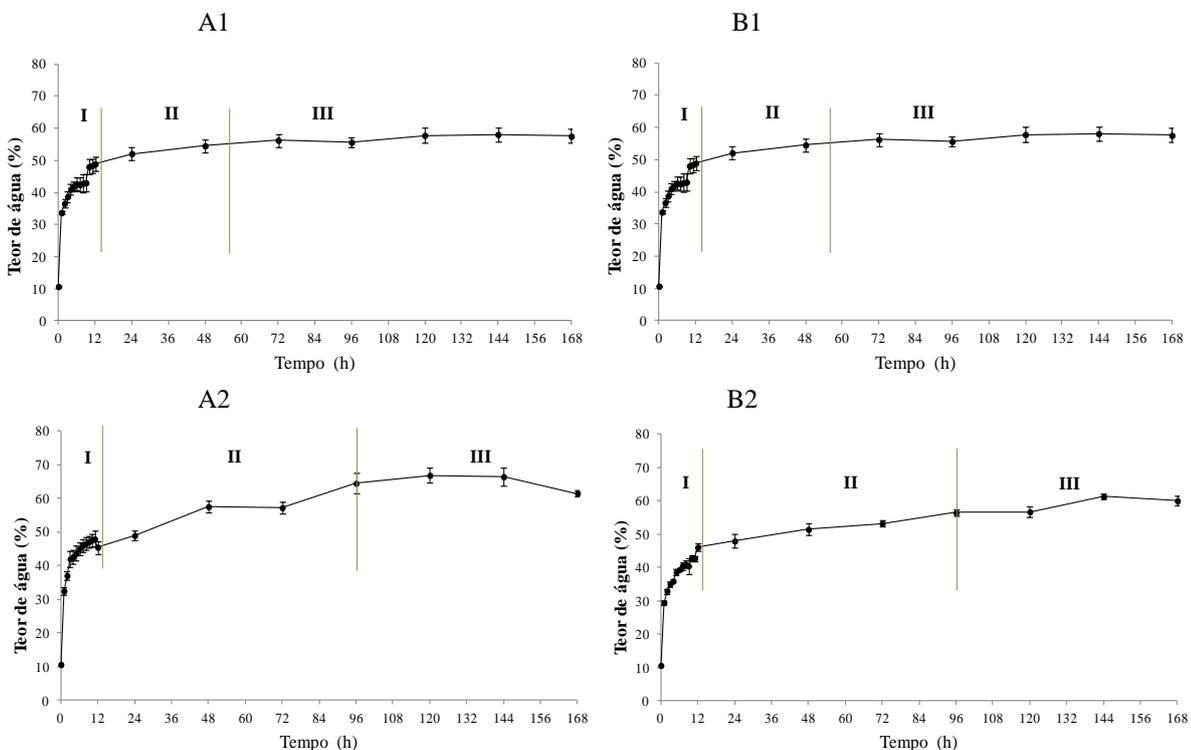
De acordo com a Figura 3, o aumento das concentrações (redução do potencial osmótico) modificou as curvas de absorção de água das sementes. No entanto, as curvas de embebição em soluções de manitol e PEG seguiram o padrão trifásico.

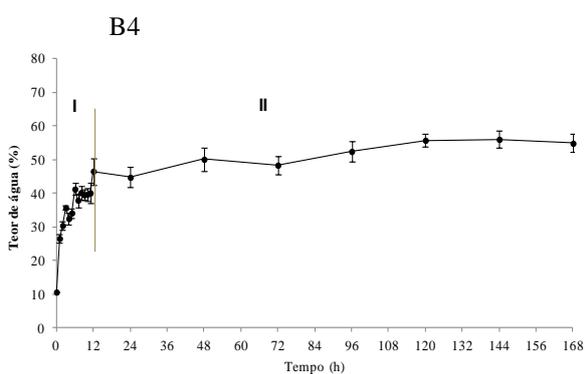
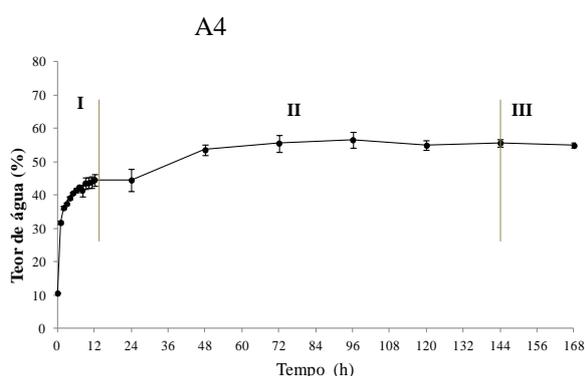
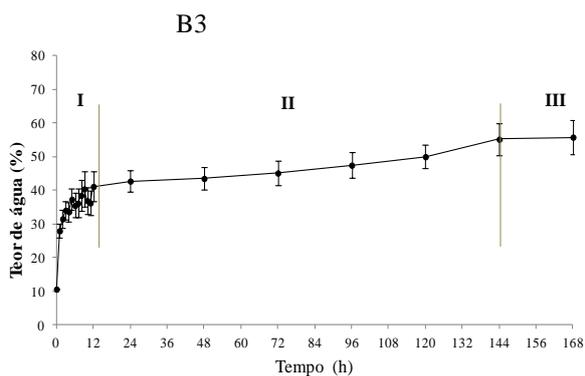
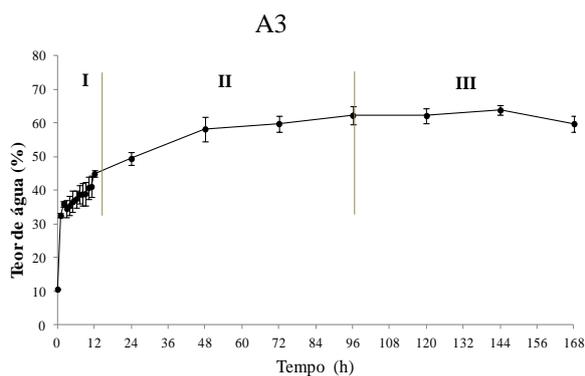
Para a solução de manitol a semente atingiu 32% de água e 29% para a solução de PEG-6000 uma hora após embebidas no potencial -0,4 MPa (Figuras 3A1 e 3A2). As sementes de beterraba embebidas em solução de manitol houve rápida absorção de água em relação à solução de PEG-6000.

A absorção de água das sementes imersas em soluções de manitol e PEG em diferentes potenciais foram proporcionais à percentagem de germinação. Os agentes osmóticos manitol e PEG dificultaram o processo de germinação como se observa nas Figuras 3A4 e 3B4 (fase III) levando 96 dias para a germinação o manitol e 144 dias o PEG com suas respectivas percentagens de germinação 45% e 14% para o potencial -0,8 MPa. Para o potencial -1,4 MPa, as sementes embebidas em solução de manitol entrou na fase III em 144 dias apresentando 29% de germinação enquanto as sementes embebidas em solução de PEG não apresentou novo impulso de embebição e atividade respiratória para a protrusão da raiz primária apresentando germinação nula.

As sementes embebidas em solução de PEG apresentaram menor absorção de água consequentemente menores valores de germinação em comparação ao manitol. Resultados semelhantes também foram encontrados por Yamashita e Guimarães (2010) com as espécies *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* submetidas a estresse hídrico induzido por PEG, em que se observou redução significativa da germinação a partir de -0,2 MPa.

Figura 3: Curva de embebição de sementes de beterraba (*Beta vulgaris* L.) em diferentes potenciais (0,0 - A1, B1), (-0,4 MPa - A2, B2), (-0,8 MPa - A3, B3), (-1,4 MPa - A4, B4) de manitol (MT - A) e polietilenoglicol (PEG-6000 - B) durante 168 horas, desde o tempo zero (sementes secas). CCA-UFES, Alegre (ES), 2014.





CONCLUSÃO

O estresse salino e hídrico são prejudiciais à germinação e ao vigor de sementes de beterraba, sendo o estresse hídrico induzido com PEG o mais prejudicial.

As curvas de embebição apresentaram a resposta dos agentes osmóticos no processo de absorção de água com diferentes potenciais osmóticos.

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. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904169709365257>

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. New York: Academic Press, 666 p, 2001.

BELLO, E.P.B.C.E. S. *et al.* Germinação de sementes de *Amburana acreana* (Ducke) A.C. Sm. submetidas a diferentes condições de temperatura e de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 16-24, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n3/03.pdf>

- BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.) **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.351-396.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS. 399p, 2009. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_regras_analise_sementes.pdf
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 445p.1994.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP. 588p, 2000.
- CUSTÓDIO, C.C. *et al.* Estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de feijão submetidas à diferentes soluções osmóticas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 617-623, 2009. Disponível em: <http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/491>
- FONSECA, S.C.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito dos sais e da temperatura na germinação de sementes de olho de dragão (*Anadenanthera pavonina* L.-Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n.2, p.70-77, 1999. Disponível em: <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1999/v21n2/artigo12.pdf>
- HARDEGREE, S.P.; EMMERICH, W.E. Seed germination response to polyethylene glycol solution depth. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.22, n.1, p.1- 7, 1994. Disponível em: <http://www.tucson.ars.ag.gov/unit/Publications/PDFfiles/1069.pdf>
- KHAN, M.H.; PANDA, S.K. Alterations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl-salinity stress. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 30, n. 1, p. 81-89, 2008. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11738-007-0093-7#page-1>
- LOPES, J.C.; MACÊDO, C.M.P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n. 1. p.079-085, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v30n1/a09v30n1.pdf>
- MACHADO NETO, N.B. *et al.* Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.142-148, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222006000100020&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MARTINS, C.C. *et al.* Germinação de sementes de *Melaleuca quinquenervia* em condições de estresse hídrico e salino. **Planta daninha**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pd/v29n1/a01v29n1.pdf>
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of Salinity Tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.651-681, 2008. Disponível em: http://www.plantstress.com/Articles/up_salinity_files/salt%20tolerance%20munns_tester%202008.pdf
- NOBRE, R.G. *et al.* Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rca/v41n3/v41n3a06.pdf>
- PEREIRA, M.R.R. *et al.* 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. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18049>

PUIATTI, M.; FINGER, F.L. Cultura da beterraba. In: FONTES, P.C.R. **Olericultura**: teoria e prática. Viçosa: Suprema, 2009. cap. 22, p.345-354.

RAVEN, P. *et al.* **Biologia Vegetal**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

ROSA, L.S. *et al.* Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Bail (Timbó). **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 306-314, 2005. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/744/74411309.pdf>

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. 4 ed., Belmont. Wadsworth. 682p, 1992.

VERSLUES, P.E. *et al.* Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. **The Plant Journal**, v. 45, n. 1, p. 523-539, 2006. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-313X.2005.02593.x/full>

YAMASHITA, O.M.; 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. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pd/v28n2/a10v28n2.pdf>

YOON, Y. *et al.* Priming with salt solutions improves germination of pansy seed at high temperatures. **HortScience**, Alexandria, v.32, n.2, p.248-250, 1997. Disponível em: <http://hortsci.ashspublications.org/content/32/2.toc>

