

EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO E SALINO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE MAXIXE

Charline Zaratín Alves, Flávia Mendes Dos Santos Lourenço, Josué Bispo Da Silva e Tiago Roque Benetoli Da Silva

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação e o vigor de sementes de dois lotes de maxixe em diferentes potenciais osmóticos utilizando polietileno glicol (PEG 6000) e cloreto de sódio (NaCl). Sementes da cultivar 'do Norte' foram semeadas em papel germitest embebido em soluções de polietileno glicol e cloreto de sódio nos potenciais osmóticos de zero; -0,3; -0,6 e -0,9MPa. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado num esquema fatorial 2×4 (soluções × potenciais osmóticos), em quatro repetições. O vi-

gor das sementes foi avaliado por meio do teste de germinação, primeira contagem da germinação, comprimento e massa seca de hipocótilo e raiz. Concluiu-se que a redução no potencial osmótico a partir de -0,3MPa, induzidos por PEG 6000 e NaCl, reduz a germinação e o vigor das sementes de maxixe. O estresse osmótico induzido por PEG 6000 produz efeitos mais severos que o salino na qualidade fisiológica das sementes de maxixe.

Introdução

A cultura do maxixe apresenta alto potencial produtivo, no entanto, são escassos estudos que possibilitem a expansão dessa cultura, não existindo tecnologia que a torne atrativa aos produtores. Apesar de sua espontaneidade natural, sabe-se que fatores ambientais interferem diretamente no pleno desenvolvimento e máximo desempenho produtivo, principalmente na fase de germinação (Guimarães *et al.*, 2008).

A salinidade e o déficit hídrico são os fatores abióticos que mais têm afetado negativamente a produção de espécies vegetais como o maxixe, de importância socioeconômica nas regiões áridas e semi-áridas, devido à irregularidades pluviométricas que impedem a lixiviação dos sais na superfície dos solos destas regiões, afetando negativa-

mente a germinação, o desenvolvimento vegetativo, a produtividade e, nos casos mais graves, causando a morte das plântulas (Oliveira e Gomes-Filho, 2009).

Um dos métodos mais difundidos para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais é a observação da porcentagem de germinação em substratos salinos (Lima e Torres, 2009), pois a salinidade afeta negativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, onde seus efeitos dependem não só da espécie vegetal, mas também do tipo de sal existente no solo (Prisco, 1980). Conforme Gois *et al.* (2008), a redução do poder germinativo, em comparação com ambientes não salinos, serve como um indicador do índice de tolerância da espécie à salinidade; nesse caso, a habilidade para germinar indica, também, a tolerância das plantas aos sais

em estádios subsequentes do desenvolvimento (Taiz e Zeiger, 2009).

Diversas soluções osmóticas têm sido usadas para simular um ambiente com reduzida umidade; dentre estas, pode-se citar o polietileno glicol (PEG 6000) e o cloreto de sódio (NaCl), entretanto, as diferenças químicas existentes entre estas soluções, podem acarretar diferenças nos resultados de germinação e vigor das sementes, mesmo em potenciais hídricos similares (Souza e Cardoso, 2000).

Poucas informações estão disponíveis na literatura sobre os efeitos do estresse hídrico provocados por estas substâncias na germinação e desenvolvimento de plântulas de hortaliças. Em sementes de maxixe, Góis *et al.* (2008) verificaram que a diminuição progressiva do potencial osmótico induzido por NaCl foi prejudicial à germinação das

sementes; já Silva *et al.* (2011) verificaram que a germinação das sementes de cenoura não foi afetada até o potencial de -0,3MPa; e Lopes e Macedo (2008) constataram que a restrição hídrica afetou a manifestação do potencial fisiológico pela germinação e vigor das sementes de couve chinesa, sendo os prejuízos proporcionais à redução do potencial osmótico.

Considerando a importância da cultura do maxixe para a região nordestina do Brasil, observa-se que trabalhos específicos com essa espécie em condições de estresse hídrico são escassos, justificando a realização de estudos sistemáticos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do estresse hídrico e salino na germinação e vigor de sementes de dois lotes de maxixe, em diferentes potenciais osmóticos, induzidos por polietileno glicol e cloreto de sódio.

PALAVRAS CHAVE / Cloreto de Sódio / Cucumis anguria L. / Estresse / Germinação / Polietileno Glicol / Vigor /

Recebido: 25/10/2013. Modificado: 25/04/2014. Aceito: 28/04/2014.

Charline Zaratín Alves. Engenheira Agrônoma e Doutora em Tecnologia de Sementes, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Brasil. Professora, Universidade Federal de Mato

Grosso do Sul (UFMS), Brasil. Endereço: UFMS, Campus de Chapadão do Sul, Departamento de Agronomia, Caixa Postal: 112, CEP: 79.560-000, Chapadão do Sul, MS, Brasil. e-mail: charline.alves@ufms.br

Flávia Mendes dos Santos Lourenço. Graduanda em Agronomia, UFMS, Brasil.

Josué Bispo da Silva. Engenheiro Agrônomo e Doutor em Tecnologia de Sementes, UNESP, Brasil. Professor, Uni-

versidade Federal do Acre (UFAC), Brasil.

Tiago Roque Benetoli da Silva. Engenheiro Agrônomo e Doutor em Produção Vegetal, UNESP, Brasil. Professor, Universidade Estadual de Maringá, Brasil.

EFFECT OF WATER AND SALINE STRESS ON GERMINATION AND VIGOR OF GHERKIN SEEDS

Charline Zaratín Alves, Flávia Mendes Dos Santos Lourenço, Josué Bispo Da Silva and Tiago Roque Benetoli Da Silva

SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the germination and vigor of two lots of gherkin seeds in different osmotic potentials using polyethylene glycol (PEG 6000) and sodium chloride (NaCl). Seeds of the 'North' cultivar were sown in germitest paper moistened in solutions of polyethylene glycol and sodium chloride in osmotic potentials of 0, -0.3, -0.6, and -0.9MPa. The experimental design was completely randomized in a factorial 2×4 design (solutions × osmotic potential), with

four replications. Seed vigor was evaluated by the germination test, first germination count, length and dry weight of root and hypocotyl. It is concluded that the reduction in osmotic potential from -0.3MPa induced by PEG 6000 and NaCl reduces the germination and vigor of gherkin's seeds. The osmotic stress induced by PEG 6000 produced more severe effects than saline in physiological quality of gherkin's seeds.

EFFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO Y SALINO EN LA GERMINACIÓN Y VIGOR DE SEMILLAS DE PEPINILLO

Charline Zaratín Alves, Flávia Mendes Dos Santos Lourenço, Josué Bispo Da Silva y Tiago Roque Benetoli Da Silva

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la germinación y el vigor de los dos lotes de semillas de pepinillo en diferentes potenciales osmóticos utilizando polietilenglicol (PEG 6000) y cloruro de sodio (NaCl). Semillas de la variedad de cultivo 'Norte' se sembraron en papel germitest empapado en soluciones de polietilenglicol y cloruro de sodio en potenciales osmóticos de 0; -0,3; -0,6 y -0,9MPa. El diseño experimental fue completamente al azar en arreglo factorial 2×4 (soluciones

× potenciales osmóticos), con cuatro repeticiones. El vigor de semilla se evaluó por la prueba de la germinación, recuento de la primera germinación, y longitud y peso seco de raíz e hipocotilo. Se concluye que la reducción en el potencial osmótico de -0,3MPa inducida por PEG 6000 y NaCl reduce la germinación y el vigor de pepinillo. El estrés osmótico inducido por PEG 6000 produjo efectos más severos que la solución salina en la calidad fisiológica de las semillas de pepinillo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, no campus de Chapadão do Sul/MS, Brasil. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado num esquema fatorial 2×4 (soluções × potenciais osmóticos), em quatro repetições.

Sementes de maxixe, cultivar 'do Norte', caracterizados por dois lotes, foram submetidas à germinação em potenciais osmóticos de 0 (água pura); -0,3; -0,6 e -0,9MPa, induzidos por soluções contendo PEG 6000 e NaCl, calculados pela fórmula de Van't Hoff: $\psi_{os} = -RTC$, onde ψ_{os} : potencial osmótico (atm); R: 0,082 (atm·l·mol⁻¹·K⁻¹); T: temperatura (°K) e C: concentração (mol·l⁻¹) (Braga *et al.*, 1999).

O teste de germinação consistiu em semear quatro repetições de 50 sementes, envolvidas entre três folhas de papel germitest, sendo duas como base e uma para cobrir, ume-

decidas com quantidade de água e de soluções de PEG 6000 e NaCl nos potenciais osmóticos acima mencionados equivalentes a 2,5 vezes a sua massa seca. Em seguida, os rolos foram envolvidos em sacos plásticos de polietileno e mantidos em germinador à temperatura constante de 25°C, cuja contagem foi realizada aos oito dias após a sementeira, computando-se as plântulas normais de cada repetição (Brasil, 2009). A primeira contagem de germinação (PCG) foi realizada computando-se as plântulas normais no quarto dia após a sementeira.

O comprimento de plântulas foi realizado em rolos de papel germitest, utilizando três folhas umedecidas com as soluções dos tratamentos, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, sendo sementes 20 sementes para cada repetição sobre uma linha traçada longitudinalmente a 2cm da borda superior do papel, e mantidos em germinador à temperatura constante de 25°C. O comprimento das plântulas normais foi medido oito dias

após a instalação do teste, com auxílio de uma régua graduada em mm; e utilizando uma lâmina, a parte aérea foi separada das raízes e estas foram medidas separadamente. Os valores obtidos para cada repetição foram somados e divididos pelo número de plântulas normais mensuradas (Nakagawa, 1999).

Conjuntamente com o teste de comprimento de plântulas foi mensurada a massa seca, oito dias após a sementeira, cujas partes das plântulas medidas foram colocadas em sacos de papel e colocadas em estufa termoeletrica com circulação de ar forçada, e regulada a 80°C durante 24h. Após o período de secagem, as amostras foram pesadas utilizando balança analítica (0,0001g), sendo que o peso obtido para cada repetição foi dividido pelo número de plântulas normais componentes, resultando na massa média por plântula.

Os dados foram submetidos à análise da variância e regressão para os níveis de potencial osmótico.

Resultados e Discussão

A análise dos dados revelou que houve efeito significativo da interação das soluções estudadas com os níveis de potencial osmótico para todas as variáveis analisadas, exceto para massa seca da parte aérea e raiz.

Para ambos os lotes (A e B) ocorreu redução na porcentagem de germinação das sementes à medida que se diminuiu o potencial osmótico nas soluções avaliadas (Figuras 1a, b); entretanto, o tratamento com PEG 6000 foi mais severo para a germinação em relação à solução de NaCl (Tabela I), assim como para os outros parâmetros estudados. Similarmente, Dantas *et al.* (2011) também observaram que o estresse osmótico induzido por PEG 6000 foi mais severo que o salino na germinação de sementes de cártamo.

A porcentagem de germinação das sementes manteve-se acima de 80% para ambos os lotes até -0,3MPa para a solução de NaCl, com porcentagem inferior quando utilizou-

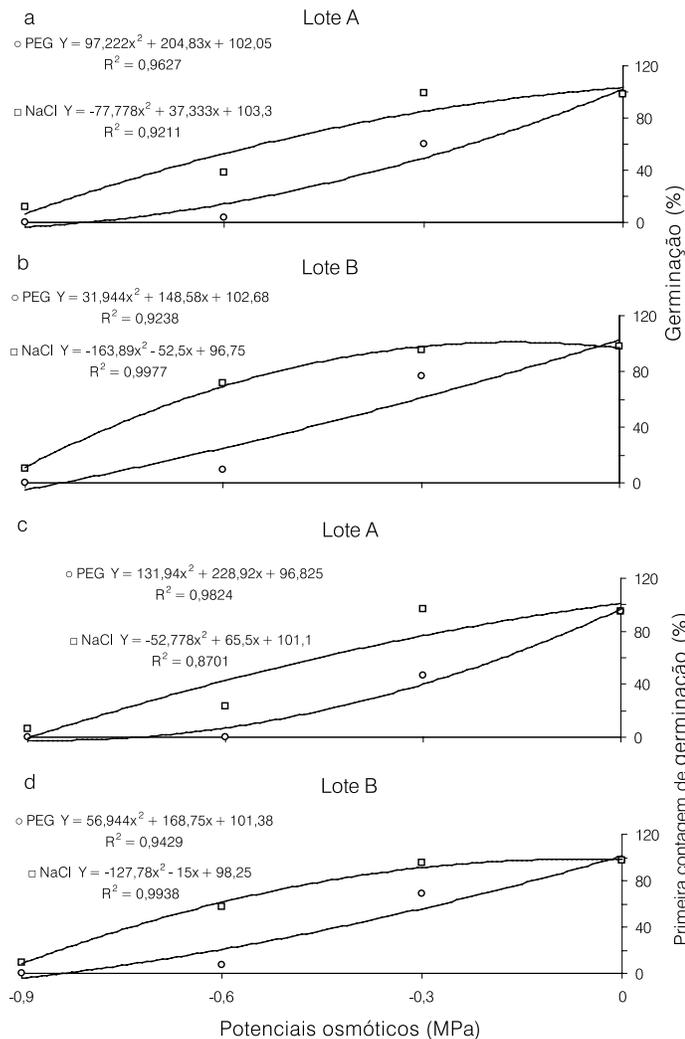


Figura 1. Germinação e primeira contagem de germinação dos lotes A e B de plântulas de maxixe, cultivar ‘do Norte’, oriundas de sementes submetidas a três níveis de potencial osmótico em polietileno glicol (PEG 6000) e cloreto de sódio (NaCl).

-se PEG 6000 (Figuras 1a e b). A partir de $-0,3\text{MPa}$ houve redução da germinação em ambas soluções para os dois lotes, sendo que em PEG 6000 a redução foi mais drástica, pois não houve plântulas normais em potenciais de $-0,81$ e $-0,84\text{MPa}$, respectivamente para os lotes A e B, enquanto para o NaCl houve germinação, embora baixa, nestes potenciais, sendo considerada insignificante em $-0,9\text{MPa}$. Em sementes de soja, Moraes e Menezes (2003) observaram resultados semelhantes, sendo provável que o excesso dos íons Na^+ e Cl^- tende a causar intu-

mescência protoplasmática, afetando a atividade enzimática e resultando principalmente na produção inadequada de energia por distúrbios na cadeia respiratória (Larcher, 2000).

Uma possível explicação para esse fato é que, diferentemente do NaCl que pode ser transportado através das membranas, o PEG 6000 não se acumula nos tecidos vegetais; assim, a absorção de água pelas sementes na presença de NaCl é maior do que na presença de PEG 6000, quando se comparam soluções de potenciais osmóticos similares, pois os íons podem ser transportados e assim contribuir para um decréscimo do potencial osmótico interno, levando a absorção de água e iniciação da germinação (Almansouri *et al.*, 2001); e ainda segundo estes autores, o efeito inibitório do PEG 6000 pode não estar apenas relacionado a absorção de água.

A redução no início do processo germinativo com o aumento do estresse salino pode estar relacionado com a seca fisiológica produzida, pois quando existe aumento da concentração de sais no meio germinativo, há uma diminuição do potencial osmótico e, conse-

quentemente, uma redução do potencial hídrico (Fanti *et al.*, 2004). Tôrres *et al.* (2004) ocorre o desbalanço nutricional ocasionado pela inibição da ressaleta que nessas condições absorção e transporte de nutrientes, bem como, os efeitos tóxicos de íons, particularmente cloro e sódio. Esta redução pode afetar a cinética de absorção de água pelas sementes (efeito osmótico), como também elevar a níveis tóxicos a concentração de íons no embrião (efeito tóxico) (Tobe *et al.*, 2000).

O vigor das sementes dos dois lotes, avaliado pela primeira contagem, diminuiu à medida que os potenciais osmóticos decresceram (Figuras 1c e d), sendo que em solução de NaCl, a formação de plântulas normais manteve-se acima de 80% até $-0,3\text{MPa}$, a partir do qual diminuiu drasticamente; já para o PEG 6000, a redução no vigor foi mais severa, pois em potencial de $-0,3\text{MPa}$, a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem reduziu para 40% e 55,8%, respectivamente para os lotes A e B, concordando com Silva *et al.* (2012), pois em potenciais inferiores a $-0,4\text{MPa}$ não houve manifesta-

TABELA I
 DADOS MÉDIOS OBTIDOS PARA GERMINAÇÃO (G), PRIMEIRA CONTAGEM DE GERMINAÇÃO (PCG), COMPRIMENTO DE HIPOCÓTILO (CH) E COMPRIMENTO DE RAIZ (CR) PARA DIFERENTES SOLUÇÕES OSMÓTICAS DENTRO DE CADA NÍVEL DE POTENCIAL, DE DOIS LOTES DE SEMENTES DE MAXIXE, CULTIVAR ‘DO NORTE’

Potenciais osmóticos (MPa)	Solução	G	PCG	CH	CR
		(%)		(cm)	
Lote A					
0	Testemunha	98,5	94,5	5,75	11,25
-0,3	PEG 6000	60,0 b*	47,0 b	2,50 b	9,50 a
	NaCl	99,5 a	96,5 a	5,75 a	5,75 b
-0,6	PEG 6000	3,5 b	0 b	0 b	1,25 a
	NaCl	38,5 a	23,0 a	2,50 a	2,0 a
-0,9	PEG 6000	0 b	0 a	0 b	0 b
	NaCl	11,5 a	6,0 a	1,75 a	1,75 a
Lote B					
0	Testemunha	97,5	97,0	5,75	10,25
-0,3	PEG 6000	76,5 b	69,0 b	2,0 b	11,25 a
	NaCl	95,5 a	95,0 a	5,75 a	8,0 b
-0,6	PEG 6000	9,5 b	7,5 b	0 b	0 b
	NaCl	71,5 a	57,5 a	3,25 a	2,0 a
-0,9	PEG 6000	0 b	0 b	0 b	0 b
	NaCl	10,5 a	9,5 a	2,50 a	2,0 a

* Médias seguidas por letras distintas dentro de cada nível de potencial diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

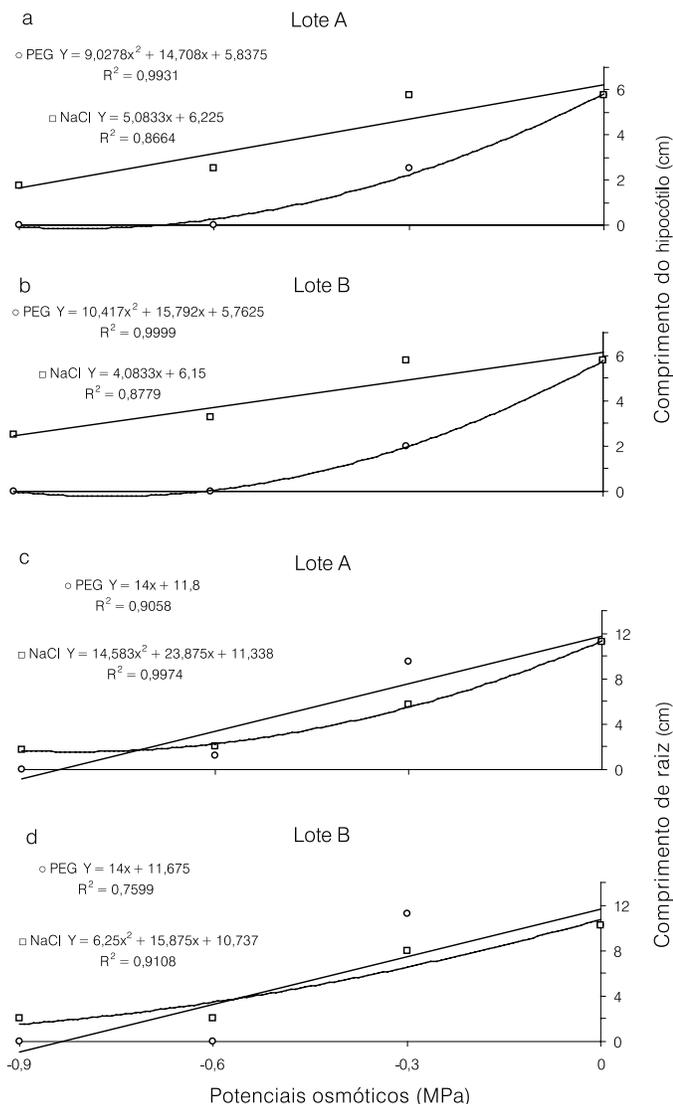


Figura 2. Comprimento do hipocótilo e raiz de plântulas de maxixe, cultivar 'do Norte', oriundas de sementes submetidas a três níveis de potencial osmótico em polietileno glicol (PEG 6000) e cloreto de sódio (NaCl).

ção do vigor na primeira contagem para sementes de arroz.

O comprimento das plântulas foi afetado negativamente pelos tratamentos em ambos os lotes nas soluções testadas (Figuras 2a e b). A partir de -0,3MPa, o PEG 6000 apresentou efeito mais severo para o comprimento do hipocótilo do que o NaCl. Esses dados estão de acordo com Machado Neto *et al.* (2004) em sementes de soja, onde o aumento do potencial osmótico afetou negativamente o crescimento de hipocótilo, no qual a partir de -0,6MPa não houve desenvolvimento de plântulas.

Para o comprimento de raiz, a maior redução ocorreu com a

solução de NaCl até os potenciais de -0,73 e -0,58MPa, para os lotes A e B, respectivamente (Figuras 2c e d). De acordo com Munns e Tester (2008), o crescimento radicular pode ser restringido tanto pelo déficit hídrico induzido pela osmolaridade elevada da solução, quanto pela toxicidade iônica envolvendo danos metabólicos e fisiológicos. De fato, nos tratamentos com -0,6 e -0,9MPa induzidos por NaCl, ocorreu diminuição superior a 50% no crescimento radicular, comparativamente ao controle. Resultados similares foram observados em diversas espécies, tais como mamona (Pinheiro *et al.*, 2008) e pinhão manso (Silva *et al.*, 2009). Para

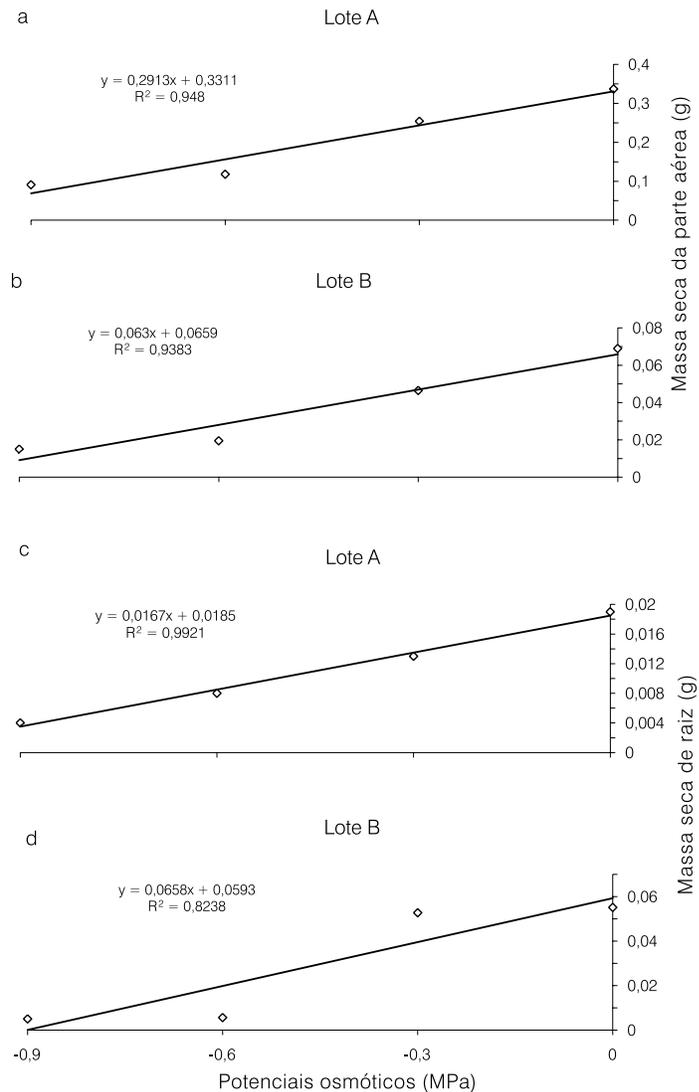


Figura 3. Massa seca da parte aérea e raiz de plântulas de maxixe, cultivar 'do Norte', oriundas de sementes submetidas a três níveis de potencial osmótico em polietileno glicol (PEG 6000) e cloreto de sódio (NaCl).

as sementes submetidas ao estresse osmótico induzido por PEG 6000, o tratamento com -0,9MPa causou 100% de inibição do crescimento radicular.

Em sementes de soja, Moraes e Menezes (2003) observaram que redução no potencial osmótico reduziu o comprimento das plântulas, provavelmente devido às mudanças na turgescência celular em função da diminuição da síntese de proteínas em condições de déficit hídrico (Dell'Aquila, 1992), pois o primeiro efeito mensurável é a diminuição no crescimento causada pela redução da expansão celular, que necessita de potencial de turgor adequado (Taiz e Zeiger, 2009).

Para as variáveis massa seca da parte aérea e de raiz verificou-se decréscimo à medida que se diminuiu o potencial osmótico, independente da solução utilizada para os dois lotes (Figuras 3a e b). Segundo Taiz e Zeiger (2009), um alto nível salino reduz a taxa de assimilação metabólica e a atividade de enzimas responsáveis pela respiração e fotossíntese, restringindo assim, a obtenção de energia para o crescimento e diferenciação das células em tecidos, e reduzindo consequentemente o alongamento do eixo embrionário e a produção de massa seca. Os resultados encontrados neste trabalho estão de acordo com Viana *et al.*

(2001) em sementes de alface e Queiroga *et al.* (2006) em plântulas de melão.

De acordo com os resultados obtidos e com base nos parâmetros estudados, as sementes de maxixe mostraram-se mais resistentes ao tratamento com NaCl do que com PEG 6000, no entanto, ambos agentes estressores reduziram a porcentagem de germinação proporcionalmente ao aumento das concentrações dos tratamentos, embora o efeito do PEG 6000 tenha sido mais severo.

Conclusões

Um potencial osmótico inferior a -0,03MPa reduz a germinação e vigor de sementes de maxixe, independente do agente estressor.

O estresse osmótico induzido por PEG 6000 produz efeitos mais severos que o NaCl na qualidade fisiológica das sementes de maxixe.

REFERÊNCIAS

- Almansouri M, Kinet JM, Lutts S (2001) Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant Soil* 231: 243-254.
- Braga LF, Sousa MP, Braga JF, Sá ME (1999) Efeito da disponibilidade hídrica do substrato na qualidade fisiológica de sementes de feijão. *Rev. Bras. Sementes* 21: 95-102.
- Brasil (2009) *Regras para Análise de Sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, Brasil. 395 pp.
- Bray EA (1993) Molecular responses to water deficit. *Plant Physiol.* 103 103: 1035-1040.
- Dantas CVS, Silva IB, Pereira GM, Maia JM, Lima JPMS, Macedo CEC (2011) Influência da sanidade e déficit hídrico na germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* L. *Rev. Bras. Sementes* 33: 574-582.
- Dell'Aquila A (1992) Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under osmotic stress of polyethylene glycol. *Ann. Bot.* 69: 167-171.
- Fanti SC, Perez JGA (2004) Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. *Pesq. Agropec. Brás.* 39: 903-909.
- Góis VA, Torres SB, Pereira RA (2008) Germinação de sementes de maxixe submetidas a estresse salino. *Caatinga* 21: 64-67.
- Guimarães IP, Oliveira FA, Freitas AVL, Medeiros MA, Oliveira MKT (2008) Germinação e vigor de sementes de maxixe irrigado com água salina. *Verde* 3: 50-55.
- Larcher W (2000) *Ecofisiologia vegetal*. Rima. São Carlos, Brasil. 531 pp.
- Lima BG, Torres SB (2009) Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). *Caatinga* 22: 93-99.
- Lopes JC, Macedo CMP (2008) Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. *Rev. Bras. Sementes* 30: 79-85.
- Machado Neto NB, Saturnino SM, Bomfim DC, Custódio CC (2004) Water stress induced by mannitol and sodium chloride in soybean cultivars. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 47: 521-529.
- Moraes GAF, Menezes NL (2003) Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. *Ciênc. Rural* 33: 219-226.
- Munns R, Tester M (2008) Mechanism of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59: 651-681.
- Nakagawa J (1999) Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. Em Krzyzanowski, FC, Vieira RD, França Neto JB (Eds.) *Vigor de Sementes: Conceitos e Testes*. Abrates. Londrina, Brasil. pp. 2.1-2.23.
- Oliveira AB, Gomes-Filho E (2009) Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. *Rev. Bras. Sementes* 31: 25-34.
- Pinheiro HA, Silva JV, Endres L, Ferreira VM, Câmara CA, Cabral FF, Oliveira JF, Carvalho LWT, Santos JM, Santos-Filho BG (2008) Leaf gas exchange, chloroplastic pigments and dry matter accumulation in castor bean (*Ricinus communis* L.) seedlings subjected to salt stress conditions. *Indust. Crops Prod.* 27: 385-392.
- Prisco JT (1980) Alguns aspectos da fisiologia do estresse salino. *Rev. Bras. Bot.* 3: 85-94.
- Queiroga RCF, Andrade Neto RC, Nunes GHS, Medeiros JF, Araújo WBM (2006) Germinação e crescimento inicial de híbridos de meloeiro em função da salinidade. *Hort. Brás.* 24: 215-319.
- Silva EM, Silveira JAG, Rodrigues CRF, Dutra ATB, Aragão RM (2009) Acúmulo de íons e crescimento de pinhão-manso sob diferentes níveis de salinidade. *Ciênc. Agron.* 40: 240-246.
- Silva MCC, Medeiros AFA, Dias DCF, Alvarenga EM, Coelho FS, Braun H (2011) Efeito do estresse hídrico e térmico na germinação e no vigor de sementes de cenoura. *Ideias* 29: 39-44.
- Silva LS, Silva RB, Valadares RN, Matos VP, Lima CF (2012) Comportamento de sementes de arroz sob diferentes potenciais osmóticos. *Trópica* 6: 37-44.
- Souza GM, Cardoso VJM (2000) Effects of different environmental stress on seed germination. *Seed Sci. Technol.* 28: 621-630.
- Taiz L, Zeiger E (2009) *Fisiologia Vegetal*. Artmed. Porto Alegre, Brasil. 819 pp.
- Tobe K, Li X, Omasa K (2000) Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae). *Annals of Botany.* 85: 391-396.
- Tôrres ANL, Pereira PRG, Tôrres JT, Gallotti GJM, Pilati JA, Rebelo JA, Henkels H (2004) *A Salinidade e Suas Implicações no Cultivo de Plantas*. Epagri. Florianópolis, Brasil. 54pp.
- Viana SBA, Fernandes PD, Gheyi HR (2001) Germinação e formação de mudas de alface em diferentes níveis de salinidade de água. *Rev. Bras. Eng. Agric. Amb.* 5: 62-66.