

Germinação de sementes de crambe (*Crambe Abyssinica*) em função do potencial osmótico

Moniki Campos Janegitz¹, Aline de Oliveira Matoso¹, Wilson S. Dourado¹

¹Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista – UNESP. Rua José Barbosa de Barros, 1780, Caixa Postal 237, CEP 18610-307, Botucatu (SP).
monikijanegitz@fca.unesp.br, alinematoso@hotmail.com, douradojm@hotmail.com

Resumo: Considera-se que espécies e cultivares apresentam tolerância variável à salinidade, o que faz com que a necessidade e o manejo da lixiviação de sais no solo sejam específicos para cada cultura. Objetivou com este trabalho verificar a tolerância da germinação de sementes de crambe ao extrato salino. O experimento foi conduzido de forma inteiramente casualizada, em esquema fatorial 2 fonte de sais (KCl e NaCl) por 5 potencial osmótico (0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 MPa) e quatro repetições. A avaliação ocorreu após 168 horas da aplicação dos tratamentos, analisando-se a germinação, comprimento de plântulas (mm) e massa de matéria seca das plântulas (mg). Conclui-se que à medida que aumentou a dose de NaCl e KCl, diminuiu a germinação, comprimento e massa de matéria seca do crambe, ressaltando que a partir do potencial osmótico -0,6 para o NaCl e -0,8 MPa para o KCl as germinação foram totalmente inibidas demonstrando o crambe uma cultura sensível ao desenvolvimento quando em substrato salino.

Palavras chave: concentração salina, germinação, potencial osmótico

Abstract: However some species and cultivars have varying tolerance to salinity, which makes the need for management and the leaching of salts in the soil are specific to each culture. This work aimed to verify the tolerance of the germination of crambe the saline extract. The experiment was conducted in a completely randomized in a factorial 2 source of salt (KCl and NaCl) for 5 osmotic potential (0.0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa) and four repetitions. The evaluation occurred after 168 hours of treatment application, analyzing the germination, seedling length (mm) and dry weight of seedlings (mg). The increased as the dose of NaCl and KCl decreased the germination, length and dry weight of crambe, noting that the osmotic potential from -0.6 to -0.8 MPa for NaCl and the KCl were completely inhibited the germination crambe demonstrating a culture-sensitive development when substrate saline.

Key Word: salt concentration, germination, osmotic potential

Introdução

Considerando a semente o insumo mais importante na agricultura, assim, para que estas germinem é necessário que existam condições favoráveis de luz, temperatura e disponibilidade de água (Carvalho e Nakagawa, 2000).

O crambe (*Crambe abyssinica*) é uma cultura da família *Brassicaceae*, cujas sementes contém cerca de 35-60% de óleo, originária da região do Mediterrâneo e com relatos de ocorrência de algumas espécies na Etiópia (Weiss, 2000). Essa cultura é considerada potencial para a produção industrial de biocombustíveis, pelo elevado potencial lubrificante e teor de óleo em sua composição (Katepa-Mupondwa *et al.*, 1999).

A busca por fontes alternativas e renováveis de energia tornou-se uma constante no mundo devido à escassez e aos impactos ambientais gerados por fontes não renováveis, como o petróleo. O biodiesel surge como uma alternativa em relação ao petróleo e seus derivados, já que sua produção é obtida de fontes renováveis como plantas oleaginosas e gordura animal, reduzindo a emissão de poluentes para a atmosfera (Maia, 2009).

Dentre os fatores limitantes ao rendimento agrônômico das culturas, a disponibilidade de nutrientes assume grande importância para a maioria dos solos brasileiros, devendo-se adicionar esses minerais nas quantidades, na forma e no momento mais adequado à planta. Entretanto, em algumas situações, onde não se faz o manejo integrado da adubação e da irrigação para assegurar a sustentabilidade da agricultura, podem ocorrer aumentos na concentração de sais no solo que inviabilizam o cultivo da maioria das plantas naquele local (Tôres *et al.*, 2004).

As sementes podem sofrer influência significativa da condição de salinidade dos solos. O alto teor de sais pode inibir a germinação devido a diminuição do potencial osmótico, ocasionando prejuízos as demais fases do processo (Lima *et al.*, 2005). Devemos assim conseqüentemente adotar técnicas onde se encontram estas áreas de cultivo, como a utilização de plantas mais tolerantes a este aspecto. Pois afetando o processo de embebição, que é dependente do potencial hídrico da semente e do meio externo e por outros vários fatores, como o gasto de energia de reserva da semente para absorver água e posteriormente não

dispor desse reservatório para outros processos, induzindo mudanças nas atividades das enzimas catalase, polifenoloxidase e peroxidase (Debouba *et al.*, 2006).

No entanto, a germinação é caracterizada pela protrusão da raiz primária, que apenas se completa quando o teor de água da semente exceder um valor crítico que possibilite a ativação dos processos metabólicos promotores do crescimento do eixo embrionário (Tambelini e Perez, 1998).

A capacidade de adaptação dos vegetais superiores a solos salinos, depende de um certo número de fatores, destacando-se a constituição fisiológica da planta e o seu estágio de desenvolvimento (Brady, 1989). Portanto, plantas com baixa tolerância, nos vários estádios de seu desenvolvimento, especialmente na germinação, são denominadas glicófilas e as mais tolerantes, halófilas (Mayer e Poljakoff-Mayber, 1989). Considera-se que espécies e cultivares apresentam tolerância variável à salinidade (Gohram, 1995), o que faz com que a necessidade e o manejo da lixiviação de sais no solo sejam específicos para cada cultura.

Podemos determinar a tolerância das plantas ao excesso de sais observando a porcentagem de germinação das sementes em substrato salino, sendo este um dos métodos mais difundidos para esta análise. Assim a redução do poder germinativo, comparada ao controle (testemunha), serve como indicador do índice de tolerância da espécie à salinidade.

Ao estudar o efeito de sais, Santos *et al.* (1992) e Dickmann *et al.* (2005) observaram que o CaCl_2 apresentou-se mais prejudicial que o NaCl , na germinação de sementes de soja e girassol respectivamente. Os autores também relataram inibição da germinação com o uso de CaCl_2 no potencial de -1,2MPa, enquanto que para o NaCl essa inibição ocorreu apenas a -1,5MPa. Conclui-se que as culturas apresentam sensibilidade diferenciada em relação aos tipos de sais, como demonstrado por Fanti e Perez (2004) que encontraram inibição de 50% da germinação de sementes de paineira para CaCl_2 e NaCl , no potencial osmótico de -0,6MPa, sendo que a tolerância ao KCl foi maior, ocorrendo inibição somente a -0,8MPa.

Existem inclusive, diferenças entre cultivares da mesma espécie, como citado por Moterle *et al.* (2006) em trabalhos com estresse salino em milho pipoca.

Considerando a cultura do crambe, ainda que, pouco estudada, e que para cada sal pode haver um índice de potencial prejudicial, objetiva-se com este trabalho verificar a tolerância da germinação de sementes de crambe ao extrato salino.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no laboratório de Análises de Sementes da FCA – UNESP, Botucatu- SP. Foram utilizadas sementes de crambe cultivar MS brilhante.

O experimento foi conduzido de forma inteiramente casualizada, no ambiente do laboratório, utilizando-se quatro repetições e cinco tratamentos, em esquema fatorial 2 fonte de sais (NaCl e KCl) por 5 concentrações equivalentes ao potencial osmótico de 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 MPa, com as respectivas condutividades de 1,12; 4,38; 7,95; 12,20; 15,36 para o NaCl e 1,54; 4,42; 8,18; 12,0; 15,91 para o KCl, unidade representada em microsiemen (μS). Para o cálculo da quantidade de KCl e NaCl a ser adicionada para a obtenção de cada tensão, utilizou-se a fórmula de Van't Hoff, citado por Salisbury e Ross (1991), ou seja: $Yos = -RTC$, 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 KCl/ NaCl = g.L⁻¹ e T (K) = 273+T (°C).

As sementes foram postas para germinar em caixas gerbox transparentes e opacas (11 X 11 X 3 cm), semeando 100 sementes em cada, sobre substrato de papel de filtro que foi umedecido nas diferentes concentrações salinas na proporção de 2,2 vezes a sua massa seca. Não foi realizado tratamento de quebra de dormência. As caixas com as sementes foram dispostas em germinador a temperatura de 25 °C.

A avaliação foi feita após 168 horas da aplicação dos tratamentos, analisando-se a germinação conforme RAS (Brasil, 1992), computando-se as porcentagens médias de

plântulas normais. Foi também determinado o comprimento de plântulas (mm) numa amostra de 10 plântulas por parcela e massa de matéria seca das plântulas (mg) que foram obtidas por pesagem em balança analítica após secagem em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C durante 48 horas.

Os resultados foram submetidos à análise estatística com aplicação de regressão para doses de concentração salina nos três parâmetros avaliados e teste t (DMS) para diferenciação dos tratamentos.

Resultados e Discussão

Houve efeito dos tratamentos e fontes de sais na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de crambe nas variáveis analisadas. De maneira geral, a germinação das sementes diminui à medida que se eleva a concentração das soluções salinas e que as sementes de crambe tiveram comportamento distintos aos efeitos tanto no complexo salino do NaCl, quanto no complexo com KCl. Alto teor de sais no solo, principalmente NaCl, pode inibir a germinação, devido aos efeitos osmótico e tóxico (Bliss *et al.*, 1986). A máxima capacidade germinativa foi obtida no tratamento controle, a medida que aumentou o potencial osmótico do substrato, diminuiu os parâmetros avaliados.

A salinização do solo afeta diretamente o metabolismo da planta, inibindo a absorção de água e outros nutrientes, somado ao fato de que certos íons constituintes dos sais, quando adsorvidos em quantidades altas, produzem alterações no balanço nutricional capaz de resultar em clorose e necrose nas folhas, redução na produção e, às vezes, morte de plântulas (Jindal *et al.*, 1976). Os efeitos do excesso de sais solúveis se manifestam através da pressão osmótica elevada e à ação tóxica de alguns elementos como o Na⁺ e o Cl⁻, que promovem distúrbios fisiológicos à planta, podendo ocasionar a morte (Melo *et al.*, 1983 apud Torres *et al.*, 2000).

Observou-se um efeito linear em todas as variáveis analisadas (Figura 1), porém as sementes colocadas para germinar em substrato umedecido com KCl não diferenciou do NaCl, porém não deixando de apresentar o mesmo efeito linear negativo. Em estudo realizado para comparar o efeito da salinidade sobre a germinação de sementes de híbridos de meloeiro Botía *et al.* (1998) verificaram efeito negativo da salinidade sobre a germinação.

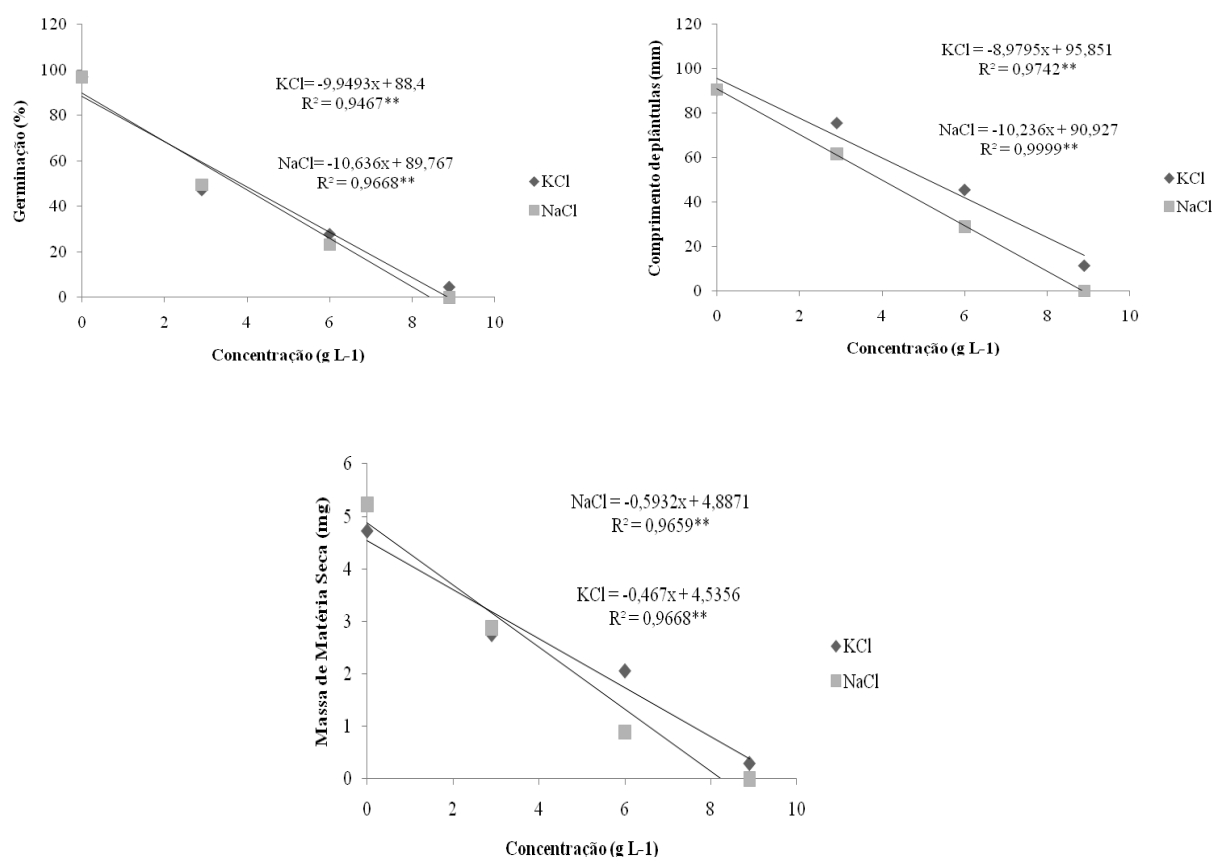


Figura 1: Médias de germinação (a), comprimento (b) e massa de matéria seca das plântulas (c) em relação às diferentes concentrações de potencial osmótico. Obtidas pelo teste regressão, significativos a 1% de probabilidade (**).

Desta forma, o aumento nos níveis de salinidade contribuiu para a redução da na massa seca (fig. 1c) e conseqüentemente também síntese de carboidratos, conforme verificado por Sivritepe *et al.* (2003). Em relação a massa de matéria seca (Tabela 1), quando utilizado o KCl os tratamentos com potencial osmótico -0,2 e -0,4 MPa não diferiu se entre si, porém se diferiu do controle e do potencial osmótico -0,6 MPa. Já para o NaCl apenas os potenciais de

-0,4 e -0,6 MPa não diferiram entre si. As concentrações de sais que restringem o crescimento e manifestam os efeitos tóxicos nas plantas dependem do grau de resistência à salinidade da espécie, bem como do tempo de exposição, do estágio de desenvolvimento e tipo de sal utilizado (Ferreira e Rebouças, 1992). Não houve interação entre os sais.

Tabela 1: Médias referentes a germinação (%), comprimento (mm) e massa de matéria seca (mg) das plântulas de crambe submetidas a diferentes potencial osmótico e fonte de sal, Botucatu, 2011

KCl			
Potencial osmótico (Mpa)	Germinação (%)	Comprimento (mm)	Massa de matéria seca (mg)
0	97 A	90,67 A	4,72 A
-0,2	47 B	75,72 B	2,75 B
-0,4	28 C	45,65 C	2,06 B
-0,6	5 D	11,53 D	0,30 C
DMS	15,7 **	11,2**	1,1**
CV(%)	23,1	13,0	29,2
NaCl			
Potencial osmótico (Mpa)	Germinação (%)	Comprimento (mm)	Massa de matéria seca (mg)
0	97 A	90,75 A	5,23 A
-0,2	50 B	61,75 B	2,87 B
-0,4	23 C	29 C	0,89 C
-0,6	0 D	0 D	0 C
DMS	9,5**	11,7**	1,3**
CV(%)	14,5	16,7	36,9

Diferença mínima significativa a 5% (*) 1% (**) de probabilidade de erro, pelo teste t (LSD) ns – não significativo pelo teste F.

Cabral e colaboradores (2010) observaram que à medida que o potencial osmótico vai diminuindo, ou seja, conforme a restrição hídrica aumenta, há redução da germinação, vigor, velocidade de emergência em areia e porcentagem de emergência em areia, chegando próximo a zero a partir do potencial -0,2 para as sementes de crambe tanto na ausência como presença de perisperma. A exceção da germinação onde a redução torna-se próxima a zero no potencial -0,4 para sementes com perisperma e -0,6 para sementes sem.

As injúrias induzidas por sais podem ocorrer não somente devido a efeitos osmóticos e oxidativos, mas também por efeitos tóxicos e de deficiência de nutrientes (Sivritepe *et al.*,

2003). O aumento nos níveis de salinidade pode causar o aumento na concentração de Na e levar a redução nos teores de K e Ca.

Nem todas as culturas respondem de maneira semelhante à salinidade. Algumas são capazes de produzir satisfatoriamente em níveis elevados de salinidade do solo, em que outras não o conseguiriam (Ayers e Westcot, 1985), diferindo, desta forma, amplamente em sua capacidade de tolerar os sais no solo (Folleti *et al.*, 1981).

A presença de níveis mais elevados de íons em plantas não halófitas (menos tolerantes à deficiência hídrica), pode exercer efeitos adversos na permeabilidade das membranas celulares (Greenway e Munns, 1980); isto possivelmente contribuiu para a redução da germinação.

Duarte *et al.* (2006) e Torres (2007) verificaram que a redução do potencial osmótico de NaCl do substrato é prejudicial à germinação e ao desenvolvimento de plântulas de trigo e melancia, respectivamente. A germinação no potencial osmótico -0,8 foi totalmente inibida quando no substrato com KCl, e no NaCl esta já foi inibida a -0,6 MPa, justificando o crumbe há uma planta totalmente sensível a salinidade (Figura e Tabela 1).

A germinação e o crescimento inicial de plântulas são considerados os estádios de desenvolvimento mais sensíveis à salinidade e independem da tolerância da planta mãe ao sal (Mayer e Poljakoff-Mayber, 1989). O aumento do teor de sais no substrato determina redução do potencial hídrico, resultando em menor capacidade de absorção de água pelas sementes, influenciando diretamente a germinação e o desenvolvimento das plantas (Rebouças, *et al.*, 1989), por exercer ação tóxica sobre o embrião (Fonseca e Peres, 2001).

Conclusão

Com o aumento do potencial osmótico, diminuiu as variáveis analisadas, independente do sal utilizado. A partir do potencial osmótico -0,6 Mpa para o NaCl e -0,8 MPa para o KCl

a germinação foi totalmente inibida demonstrando o crambe uma cultura sensível ao desenvolvimento quando em substrato salino.

Referências Bibliográficas

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **Water quality for agriculture**. Roma: FAO, 1985. 174p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 29).

BLISS, R.D.; PLATT-ALOIA, K.A.; THOMPSON, W.W. **Plant cell environment**, 1986. 727p.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. São Paulo: Freitas Bastos, 1989. 878p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BOTÍA P; CARVAJAL M; CERDÁ A; MARTÍNEZ V. 1998. Response of eight Cucumis melo cultivars to salinity during germination and early vegetative growth. **Agronomie** 18: 503-513.

CABRAL, Y. C. F.; AVILA, M.R.; PEREIRA, W.F; MARINELLI, E.Z. Desempenho de sementes de crambe, com e sem perisperma, submetidas a condições simuladas de estresse hídrico, 2010. In: **Anais VI mostra de trabalhos científicos de agronomia e II mostra de trabalhos de extensão rural**, Umuarama, p. 24,-27.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

DEBOUBA, M.; GOUIA, H.; SUZUKI, A.; GHOEBEL, M. H. NaCl stress effects on enzymes involved in nitrogen assimilation pathway in tomato "*Lycopersicon esculentum*" seedlings. **Journal of Plant Physiology**, Frankfurt, v. 163, p. 1247-1258, 2006.

DICKMANN, L.; CARVALHO, M.A.C.; BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P. Comportamento de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a estresse salino. **Revista Ciências Agro-Ambientais**, v.3, p.64-75, 2005.

DUARTE, G.L.; LOPES, N.F.; MORAES, D.M.; SILVA, R.N. Physiological quality of wheat seeds submitted to saline stress. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.122-126, 2006.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.903-909, 2004.

FERREIRA, L.G.R.; REBOUÇAS, M.A.A. Influência da hidratação/desidratação de sementes de algodão na superação de efeitos da salinidade na germinação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.4, p.609-615, 1992

FOLLETI, R.H.; MURPHY, L.S.; DONAHVE, R.L. **Fertilizers and soil amendments**. Englewood Cliffs: Prentice - Hall, 1981. 557p.

FONSECA, S.L.C.; PEREZ, C.J.G.A. Germinação de sementes de olho-de-dragão (*Adenantha pavoniana* L.): ação de poliaminas na atenuação do estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.14-20, 2001.

GORHAM J. 1995. Sodium content of agricultural crops. In : PHILLIPS CJC; CHIV PC (eds). **Sodium in Agriculture**. Canterbury. Chalcombe Publications. p. 17-32.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, v.31, p.149-190, 1980.

JINDAL, P. C.; SINGH, J. P.; GUPTA, O. P. Studies on salt tolerance in mango-injurious effects of salt on young mango seedlings. **Prog. Hort.** v. 8, n. 1, p. 65-71, 1976.

KATEPA-MUPONDWA, F. et al. Developing oilseed yellow mustard (*Sinapis alba* L.) in Western Canada. In: PROC 10TH INT, 1999, Canberra, Australia. 10th **International Rapeseed Congress**, Canberra, Australia: The Regional Institute Ltd, 1999. 6p.

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

MAIA, V. **Planta nativa do cerrado amplia fontes para produção de biodiesel**. 2009. Disponível em <<http://blogln.ning.com/profiles/blogs/planta-nativa-do-cerrado>>. Acesso dia 28 de fevereiro de 2009.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. Great Britain: Pergamon Press, 1989. 270p.

MOTERLE, L.M.; LOPES, F.C.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.169-176, 2006.

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**, v.1, n.1, p.79-85, 1989.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4.ed. Belmont: Wadsworth, 1991. 682p.

SANTOS, V.L.M.; CALIL, A.C.; RUIZ, H.A.; ALVARENGA, E.M.; SANTOS, C.M. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, n.2, p.189-194, 1992.

SIVRITEPE N; SIVRITEPE HO; ERIS A. The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline conditions. **Scientae Horticulturae** 97: 229-237, 2003

TAMBELINE, M.; PEREZ, S.C.J.G. Efeito do estresse hídrico simulado com PEG (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.1, p.226-232, 1998.

TORRES, S.B. Germinação e desenvolvimento de plântulas de melancia em função da salinidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.68-72, 2007.

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**, v. 22, n. 4, p. 39-44, 2000.

TORRES, A.N.L.; PEREIRA, P.R.G.; TÔRRES, J.T.; GALLOTTI, G.J.M.; PILATI, J.A.; REBELO, J.A.; HENKELS, H. **A salinidade e suas implicações no cultivo de plantas**. Florianópolis: Epagri, 2004. 54p. (Epagri. Documentos, 215).

Recebido em: 13/06/2011

Aceito para publicação em: 25/06/2011