

CONDICIONAMENTO OSMÓTICO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES ENVELHECIDAS DE TOMATE

Marcos Felipp de Oliveira¹, Carlos Henrique Queiroz Rego¹, Josué Bispo da Silva²,
Tiago Roque Benetoli da Silva³ e Charline Zaratin Alves⁴

¹Alunos de graduação em Agronomia, UFMS, Rodovia MS-306, km 105, 79560-000, Chapadão do Sul, MS. E-mail: mfelipp@gmail.com; c.arloshenr@hotmail.com

²Universidade Federal do Acre, UFAC, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza. Rodovia BR 364, s/n, 69920-900, Rio Branco, AC. E-mail: josuebispo@bol.com.br

³Universidade Estadual de Maringá, UEM, Departamento de Ciências Agrônômicas - DCA. Estrada da Paca s/n, Bairro São Cristovão, 87507-190, Umuarama, PR. E-mail: trbsilva@uem.br

⁴Eng. Agrônoma, Dr.^a, Prof.^a. Adjunto do Departamento de Agronomia, UFMS, Rodovia MS-306, km 105, 79560-000, Chapadão do Sul, MS. E-mail: charline.alves@ufms.br

RESUMO: O condicionamento osmótico é um tratamento pré-germinativo que pode promover aumento na velocidade de germinação ou emergência de plântulas. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do condicionamento osmótico na germinação e vigor de sementes de tomate envelhecidas artificialmente. O processo de envelhecimento consistiu na exposição das sementes de tomate, dispostas em uma camada única sobre telas adaptadas em caixas do tipo gerbox com 40 mL de água e incubadas em BOD a 41°C, por 0, 24 e 48 horas. Após os dois períodos de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao condicionamento osmótico em rolos de papel germitest umedecidos com solução de polietilenoglicol 6000 a -0,8 MPa (2,5 vezes a massa do papel não hidratado) por 0, 2 e 4 dias, a 25°C. Posteriormente, foram realizados os testes de germinação e vigor (primeira contagem, índice de velocidade de germinação, emergência, comprimento e massa da matéria seca de plântulas). O condicionamento osmótico não influenciou a germinação mas promoveu benefícios no vigor das sementes de tomate envelhecidas artificialmente. O envelhecimento artificial afeta negativamente o desempenho das sementes de tomate, podendo tais efeitos ser parcialmente revertidos pela técnica do condicionamento osmótico.

PALAVRAS-CHAVE: Solanum lycopersicum, polietilenoglicol, germinação.

PRIMING ON PHYSIOLOGICAL QUALITY OF TOMATO AGED SEEDS

ABSTRACT: Priming is a pre-germination treatment that can promote an increase in speed of germination or seedling emergence. The objective of this study was to evaluate the effect of priming on germination and vigor of tomato seeds artificially aged. The aging process consisted in exposing the tomato seeds, arranged in a single layer on adapted screens boxes gerbox with 40 ml water and incubated in a chamber at 41 °C for 0, 24 and 48 hours. After two periods of aging, the seeds were subjected to osmotic conditioning in germitest paper rolls moistened with a solution of polyethylene glycol 6000 at -0,8 MPa (2,5 times the paper mass anhydrate) for 0, 2 and 4 days, at 25 °C. Subsequently, tests were performed germination and vigor (first count, speed of germination, emergence, length and dry weight of seedlings). Priming did not affect germination but promoted benefits vigor of tomato seeds artificially aged. The artificial aging negatively affects performance of tomato seeds, such effects could be partially reversed by priming technique.

KEY WORDS: Solanum lycopersicum, polyethylene glicol, germination.

INTRODUÇÃO

O tomate é uma das olerícolas mais consumidas no mundo, perdendo no consumo apenas para a batata (Foolad, 2007). Sendo de tamanha importância para a alimentação mundial, a otimização de sua produção a fim de obter maiores produtividades é essencial. Uma das fases mais críticas de sua produção é o período compreendido entre a semeadura e a emergência, sendo a base para um bom estabelecimento das plântulas, a utilização de sementes com alto vigor. Porém, dentro de um lote de sementes existe variação quanto ao vigor, principalmente em sementes armazenadas, que com o passar do tempo vão perdendo sua qualidade inicial.

Sabe-se que a deterioração causada pelo envelhecimento e/ou armazenamento das sementes é um dos maiores problemas para os produtores e visando reverter estes efeitos deletérios e aumentar a qualidade fisiológica da semente, diversos tratamentos pré-semeadura estão sendo desenvolvidos (Oliveira e Gomes Filho, 2010). Dentre eles destaca-se o condicionamento osmótico ou priming, que tem como objetivos reduzir o período de germinação, sincronizar e melhorar a emergência das plântulas, submetendo as sementes a um controle da hidratação suficiente para permitir os processos respiratórios essenciais a germinação, porém insuficiente para propiciar a protrusão da radícula, ou seja, as sementes completariam as fases I e II da embebição, que são preparatórias para a germinação, sem no entanto avançarem para a fase III, caracterizada pelo alongamento celular e protrusão da radícula.

Esta técnica consiste em uma hidratação controlada da semente em uma solução osmótica por um período variável conforme a espécie, podendo fazer em seguida a secagem das mesmas para o grau de umidade inicial; tornando-se vantajoso, uma vez que as sementes podem ser manuseadas e/ou armazenadas por alguns meses. Diversos trabalhos têm comprovado que o condicionamento osmótico acelera a germinação, permitindo a emergência mais rápida e uniforme das plântulas no campo (Nascimento e Pereira, 2007; Pereira et al., 2009; Araújo et al., 2011). Porém, para Nascimento (2004), nem sempre os resultados obtidos com o condicionamento das sementes são positivos, havendo ainda necessidade de se expandir os conhecimentos sobre diferentes aspectos relacionados com esta técnica, como o método mais apropriado para se condicionar cada tipo de semente.

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos do condicionamento osmótico na germinação e vigor de sementes de tomate envelhecidas artificialmente, utilizando-se polietileno glicol 6000 em diversos períodos de condicionamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes do campus de Chapadão do Sul (CPCS) da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), sendo utilizadas sementes de tomate da marca Feltrin[®], variedade IPA 6, tratadas com Captan[®].

As sementes foram divididas em três lotes para serem envelhecidas artificialmente, sendo, Lote 1, as sementes não envelhecidas, caracterizando a testemunha; Lote 2, sementes envelhecidas artificialmente por 24 horas; e Lote 3, sementes envelhecidas artificialmente por 48 horas. No processo de envelhecimento, as sementes foram dispostas em uma camada única, sobre o telado adaptado ao gerbox, contendo no fundo da caixa 40 mL de água destilada sendo devidamente tampadas e incubadas em câmara B.O.D. regulada a 41°C. Após os períodos de envelhecimento (24 e 48 horas), os lotes foram colocados em repouso, na temperatura e umidade ambiente, dentro de sacos de papel devidamente identificados durante 24 horas.

Após, as sementes de cada lote foram submetidas ao condicionamento osmótico, sendo utilizado o polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) a -0,8 MPa, segundo a fórmula de Villela et al. (1991). Foram definidos três tratamentos: a testemunha, na qual as sementes não foram submetidas ao condicionamento; sementes condicionadas por 48 e 96 horas na solução de PEG 6000.

As sementes de cada lote foram colocadas sobre uma folha de papel germitest, na qual foi adicionada a solução de PEG 6000, considerando 2,5 vezes a massa do papel não hidratado, sendo posteriormente dobradas de modo que permitisse o contato mais uniforme de todas as sementes com a solução, permanecendo em B.O.D. a 25°C nos tempos estipulados (48 e 96 horas).

Após o período de condicionamento, as sementes foram colocadas sobre papel germitest não hidratado sobre bancada de mármore durante dois dias a temperatura ambiente, a fim de retornarem a umidade inicial, sendo em seguida submetidas aos seguintes testes:

O **teste de germinação** foi realizado utilizando caixas plásticas do tipo gerbox, sendo colocadas 25 sementes, dispostas com distância uniforme e água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel não hidratado. As caixas foram colocadas em câmara B.O.D. na temperatura alternada de 20-30 °C, com 8 horas de escuro e 16 horas de luz. A contagem final da germinação foi realizada aos 14 dias após a instalação do teste (Brasil, 2009).

Para o **índice de velocidade de germinação**, foram contabilizadas o número de sementes germinadas a cada dia e o cálculo foi feito utilizando a fórmula proposta por

Maguire (1962). A **primeira contagem de germinação** foi realizada computando-se as plântulas normais no quinto dia após a semeadura (Brasil, 2009).

O teste de **emergência** foi feito em bandejas de poliestireno expandido de 200 células individuais, contendo substrato comercial Plantmax[®], mantidas em casa de vegetação e irrigadas duas vezes ao dia, sendo a avaliação realizada no décimo quarto dia.

O **comprimento de plântulas** foi realizado em rolos de papel germitest, utilizando três folhas umedecidas com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel não hidratado. Foram colocadas 20 sementes para cada repetição sobre uma linha traçada longitudinalmente a 2 cm da borda superior do papel, sendo confeccionados rolos, mantidos em pé no interior do germinador regulado a 25°C. O comprimento das plântulas normais foi medido 10 dias após a instalação do teste, com auxílio de uma régua graduada em mm. 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 da matéria seca**. As partes medidas no teste de comprimento de plântulas foram colocadas em sacos de papel e levadas para estufa termoelétrica com circulação de ar forçada regulada a 80°C e durante 24 h. Após o período de secagem, as amostras foram pesadas utilizando uma balança analítica e o peso obtido para cada repetição foi dividido pelo número de plântulas normais componentes, resultando na massa média por plântula.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições, com os tratamentos em esquema fatorial 3 x 3 (lotes x períodos de condicionamento em PEG 6000 – 0, 48 e 96 h). Para a análise estatística dos dados foi feita a análise de variância, sendo que para comparação das médias para o fator qualitativo (lotes) utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade e para o fator quantitativo (tempo), utilizou-se a análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre os fatores lotes e períodos de condicionamento para todas as variáveis analisadas. Na primeira contagem de germinação (Tabela 1) houve diferença significativa apenas para período de condicionamento (Figura 1A), sugerindo que quanto maior o tempo de contato entre semente e condicionador osmótico, maior a porcentagem de germinação, assim como em resultados obtidos por Kikuti et al. (2005) em sementes de pimentão. Não houve diferença entre os lotes de semente envelhecidos, corroborando com os

resultados de Freitas e Nascimento (2006) em sementes de lentilha, sugerindo a baixa sensibilidade deste teste de vigor.

Tabela 1 – Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e emergência de plântulas (EM) de lotes de sementes de tomate submetidos ao envelhecimento artificial em função do período de condicionamento em PEG 6000

LOTES (A)	PCG (%)	G (%)	IVG	EM (%)
1	84,66 a	93,00 a	32,22 a	87,66 a
2	84,00 a	90,33 a	29,83 ab	85,66 a
3	80,66 a	89,33 a	27,05 b	78,33 b

TEMPO (B)				
0	78,33	89,66	23,13	82,66
48 h	85,66	92,66	31,07	85,33
96 h	85,33	90,33	34,89	83,66

F (A)	1,301 ^{ns}	1,47 ^{ns}	5,853 *	6,542 *
F (B)	4,857 *	1,015 ^{ns}	31,522 *	0,492 ^{ns}
F (A*B)	2,087 ^{ns}	2,265 ^{ns}	1,45 ^{ns}	0,296 ^{ns}

CV (%)	7,83	5,96	12,47	7,93

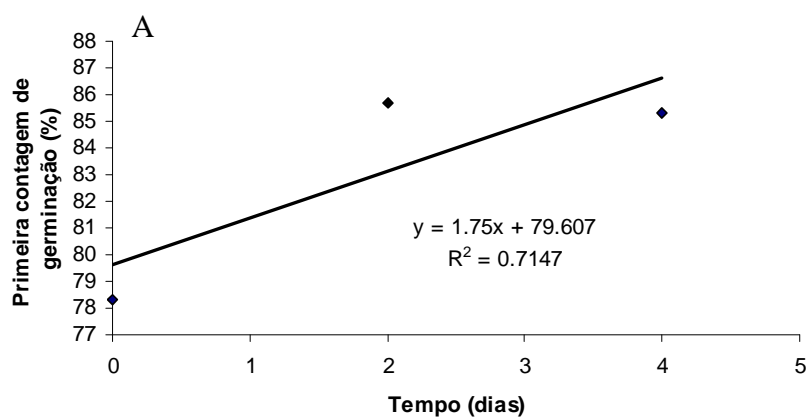
*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} – não significativo.

No teste de germinação (Tabela 1) não houve diferença significativa entre os tratamentos; isto provavelmente se deve ao fato de que esse teste sozinho não apresenta informações suficientes sobre o desempenho das sementes, por isso há necessidade da realização dos testes de vigor. Além disso, vários autores afirmam que para que os efeitos significativos da técnica de condicionamento sejam observados é necessário que o lote de sementes apresente baixa germinação e vigor, sendo maior o efeito positivo quanto menor a qualidade das sementes (Nascimento, 2004; Marcos Filho, 2005); no presente trabalho, a germinação entre os lotes variou de 89,3 a 93%, o que pode ter sido a causa da não significância deste fator com relação ao condicionamento. Patanè et al. (2009) e Kikuti et al. (2002) também constataram que não houve diferença significativa no percentual de germinação de sementes de sorgo e algodão, respectivamente, submetidas ou não ao condicionamento.

O índice de velocidade de germinação (Tabela 1) das sementes não envelhecidas foi superior àquele das envelhecidas, com valor médio de 27,05 para estas últimas e de 32,22

para as primeiras. A diminuição dos valores deste índice após o envelhecimento natural ou artificial de sementes tem sido atribuída a uma série de alterações metabólicas que ocorrem nas sementes após o envelhecimento acelerado (Sveinsdóttir et al., 2009). Esses resultados demonstram que o envelhecimento artificial foi eficiente para promover a deterioração das sementes, refletida pela menor velocidade de germinação.

O aumento do intervalo da germinação da primeira e da última semente, ou seja, a desuniformidade de emergência entre plântulas de um mesmo lote é um dos sintomas mais importantes do declínio da qualidade fisiológica das sementes (Oliveira et al., 2009). Assim, a utilização de técnicas que possam acelerar e, conseqüentemente, proporcionar uniformidade de germinação, pode trazer grandes benefícios aos agricultores. Nascimento (2004) afirma que o índice de velocidade de germinação pode, dependendo da espécie, não sofrer influência da pré-embebição, não sendo este um tratamento que acelera a velocidade de germinação de todos os tipos de sementes, dependendo das características de cada espécie, de cada lote e de outras características relacionadas à morfologia e à genética das sementes, o que não foi observado neste trabalho, pois se verificou benefício da técnica do condicionamento osmótico sobre a velocidade de germinação das sementes de tomate (Figura 1B), demonstrando efeito linear positivo para este fator.



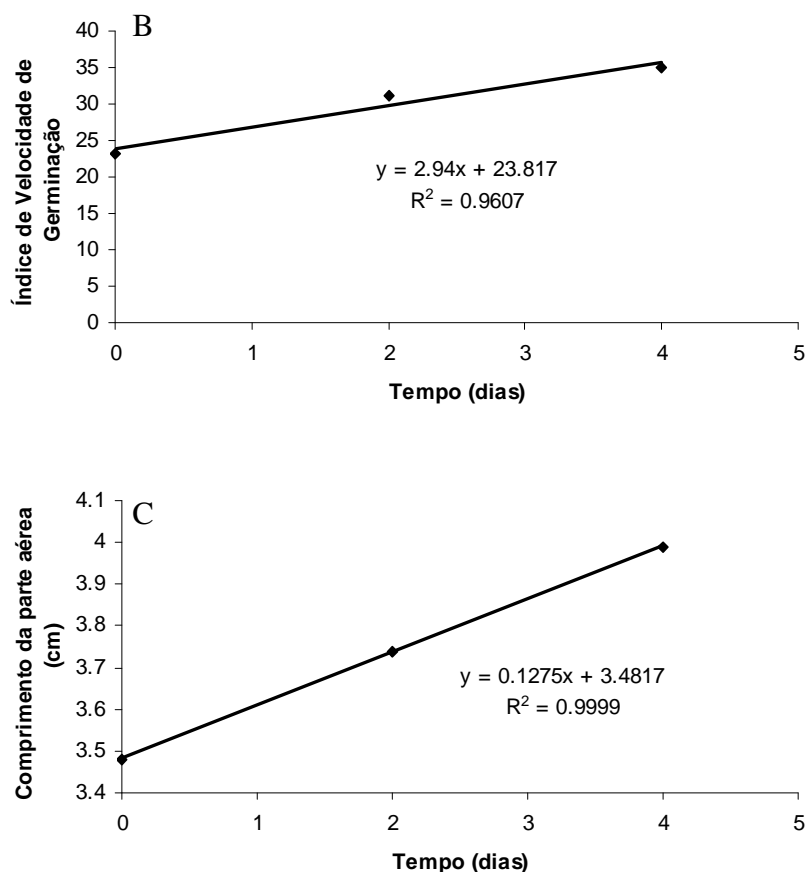


Figura 1 – A – primeira contagem de germinação (%), B – índice de velocidade de germinação e C – comprimento da parte aérea (cm) de plântulas de tomate cujas sementes foram envelhecidas artificialmente em função do período de condicionamento em PEG 6000.

O fato de não ter havido diferença significativa no teste de germinação, e os testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação apresentarem diferença no tempo de condicionamento, demonstra o incremento na taxa e velocidade de germinação inicial proporcionado pelo PEG 6000, sendo este de extrema importância para vencer adversidades abióticas e bióticas no estabelecimento das plântulas.

No teste de emergência, os lotes 1 e 2 diferiram do lote 3, sendo este o que apresentou menor porcentagem de emergência; isto se deve ao fato de que quanto maior o tempo de envelhecimento, maior o dano por deterioração devido à alta umidade e temperatura. De maneira geral, o envelhecimento acelerado durante 48 horas já acarretou uma diminuição da qualidade fisiológica das sementes, demonstrando que o armazenamento em condições adversas representa uma limitação para as sementes de tomate.

Para o teste de comprimento de plântulas (Tabela 2) houve diferença significativa apenas no comprimento da parte aérea durante o priming, concordando com os resultados de Queiroz et al. (1998) em sementes de feijão. Mais uma vez, o maior período de

condicionamento refletiu positivamente resultando em plântulas com maior comprimento da parte aérea (Figura 1C). Sementes vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento, pois apresentam maior capacidade de transformação e de suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e da maior incorporação destes pelo eixo embrionário (Dan et al., 1987). No entanto, não houve diferença significativa dos fatores avaliados para a massa da matéria seca da parte aérea e de raízes (Tabela 2).

Tabela 2 – Comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CA), massa de matéria seca de raiz (MSR) e massa de matéria seca de parte aérea (MSA) de lotes de sementes de tomate submetidos ao envelhecimento artificial em função do período de condicionamento em PEG 6000

LOTES (A)	CR (cm)	CA (cm)	MSR (g)	MSA (g)
1	5,97 a	3,67 a	0,000279 a	0,001039 a
2	5,35 a	3,90 a	0,000293 a	0,001035 a
3	6,12 a	3,64 a	0,000307 a	0,001025 a

TEMPO (B)				
0	5,62	3,45	0,000286	0,001058
48 h	5,56	3,81	0,000291	0,001037
96 h	5,25	3,96	0,000301	0,001004

F (A)	2,352 ^{ns}	2,646 ^{ns}	0,631 ^{ns}	0,059 ^{ns}

F (B)	2,045 ^{ns}	9,085*	0,184 ^{ns}	0,892 ^{ns}

F (A*B)	0,781 ^{ns}	1,767 ^{ns}	0,506 ^{ns}	1,082 ^{ns}

CV (%)	15,85	8,09	21,16	9,55

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} – não significativo.

Vários trabalhos na literatura têm relatado que, sob condições de alta umidade e alta temperatura proporcionadas pelo envelhecimento acelerado, o condicionamento com PEG 6000 proporciona melhor desempenho das sementes em relação à testemunha (Medeiros Filho et al., 2000; Kikuti et al., 2005), fato que foi observado neste trabalho com relação ao vigor das sementes de tomate. Ressalta-se ainda que lotes de sementes com qualidade fisiológica distintas, respondem diferentemente ao condicionamento osmótico e ressaltam a importância de se relacionar as vantagens dessa técnica à qualidade fisiológica das sementes (Heydecker e Coolbear, 1977).

CONCLUSÕES

O condicionamento osmótico não influenciou a germinação mas promoveu benefícios no vigor das sementes de tomate envelhecidas artificialmente.

O envelhecimento artificial afeta negativamente o desempenho das sementes de tomate, podendo tais efeitos ser parcialmente revertidos pela técnica do condicionamento osmótico.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P.C.; TORRES, S.B.; BENEDITO, C.P.; PAIVA, E.P. Condicionamento fisiológico e vigor de sementes de maxixe. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3, p.482-489, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p, 2009.

DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; POPINIGIS, F.; ZONTA, E.P. Transferência de matéria seca como modo de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.9, n.3, p.45-55, 1987.

FOOLAD, M.R. Genome Mapping and Molecular Breeding of Tomato. **International Journal of Plant Genomics**, 52p, 2007.

FREITAS, R.A.; NASCIMENTO, W.M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.59-63, 2006.

HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. Seed treatments for improved performance survey and attempted prognosis. **Seed Science and Technology**, v.5, n.2, p.353-425, 1977.

KIKUTI, A.L.P.; OLIVEIRA, J.A.; MEDEIROS FILHO, S.; FRAGA, A.C. Armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de algodão submetidas ao condicionamento osmótico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.2, p.439-443, 2002.

KIKUTI, A.L.P.; KIKUTI, H.; MINAMI, K. Condicionamento fisiológico em sementes de pimentão. **Revista Ciência Agrônômica**, v.36, n.2, p.243-248, 2005.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ. 2005. 495p.

MEDEIROS FILHO, S.; CARVALHO, L.F.; TEÓFILO, E.M.; ROSSETTI, E.M. Efeito do condicionamento no vigor de sementes de sorgo. **Revista Ciência Agrônômica**, v.31, n.1/2, p.33-42, 2000.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.2.1-2.23, 1999.

NASCIMENTO, W.M. **Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. 12 p. (Circular Técnica, 33).

NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, R.S. Preveting termohinibition in carrot by seed priming. **Seed Science Technology**, v.35, n.1, p.503-506, 2007.

OLIVEIRA, A.B.; GOMES FILHO, E. Efeito do condicionamento osmótico na germinação e vigor de sementes de sorgo com diferentes qualidades fisiológicas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.25-34, 2010.

OLIVEIRA, A.B.; MEDEIROS FILHO, S.; BEZERRA, A.M.E.; BRUNO, R.L.A. Emergência de plântulas de *Copernicia hospita* Martius em função do tamanho da semente, do substrato e ambiente. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.281-287, 2009.

PATANÈ, C.; CAVALLARO, V.; COSENTINO, S.L. Germination and radicle growth in unprimed and primed seeds of sweet sorghum as affected by reduced water potential in NaCl at different temperatures. **Industrial Crops and Products**, v.30, n.1, p.1-8, 2009.

PEREIRA, M. D.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Primed carrot seeds performance under water and temperature stress. **Scientia Agricola**, v.66, n.2, p.174-179, 2009.

QUEIROZ, M.F.; ALMEIDA, F.A.C.; FERNANDES, P.D. Efeito do condicionamento osmótico no vigor de plântulas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.2, p.148-152, 1998.

SVEINSDÓTTIR, H.; YAN, F.; ZHU, Y.; PEITER-VOLK, T.; SCHUBERT, S. Seed ageing-induced inhibition of germination and post-germination root growth is related to lower activity of plasma membrane H⁺-ATPase in maize roots. **Journal of Plant Physiology**, v.166, n.1, p.128-135, 2009.

VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.

Recebido para publicação em: 12/05/2014

Aceito para publicação em: 30/06/2014