

OSMOCONDICIONAMENTO EM SEMENTES DE PIMENTA 'AMARELA COMPRIDA' (*Capsicum annuum* L.) SUBMETIDAS À DETERIORAÇÃO CONTROLADA

Osmotic conditioning in seeds of 'long yellow' pepper (*Capsicum annuum* L.)
subjected to controlled deterioration

Gustavo Sessa Fialho¹, Camila Andrade Silva², Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias³,
Eveline Mantovani Alvarenga³, Willian Silva Barros⁴

RESUMO

Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito do condicionamento osmótico no desempenho de sementes de pimenta submetidas à deterioração controlada. Para tanto, sementes de pimenta 'Amarela Comprida' (*Capsicum annuum* L.), com teor de água ajustado para 24%, foram submetidas à deterioração controlada em banho-maria a 45°C por 0, 24, 48 e 72 horas. Em seguida, foram osmocondicionadas em solução de PEG 6000 a -1,1 MPa, por 0, 6 e 8 dias. Avaliaram-se a germinação, primeira contagem de germinação, germinação a baixa temperatura, velocidade de germinação a 15°C e a 25°C, massa seca de plântulas e comprimento de raiz primária. Verificou-se que o condicionamento osmótico foi benéfico à germinação das sementes de pimenta deterioradas por 48 e 72 horas, não prejudicando a germinação das sementes de alta qualidade fisiológica e ainda contribuiu para melhorar o vigor tanto das sementes não deterioradas quanto das deterioradas por 48 e 72 horas, constituindo-se em procedimento promissor para elevar a qualidade fisiológica das mesmas.

Termos para indexação: Condicionamento osmótico, qualidade fisiológica, *Capsicum annuum*.

ABSTRACT

The osmotic conditioning technique has been considered promising for improving the physiological potential of seeds of various species. In this context, the study aimed to evaluate the effect of osmotic conditioning on the performance of pepper seeds subjected to controlled deterioration. Thus, seeds of 'Long Yellow pepper' (*Capsicum annuum* L.), with water content adjusted to 24%, were subjected to controlled deterioration in water bath at 45 °C for 0, 24, 48 and 72 hours. After that, they were osmotic conditioning in PEG 6000 to -1.1 MPa during 0, 6 and 8 days. The germination, first count of germination, germination at low temperature, speed of germination at 15 °C and 25 °C, dry weight of seedlings and length of primary root were evaluated. It was found that the osmotic conditioning was beneficial to the germination of pepper seeds deteriorated by 48 and 72 hours, not affecting the germination of seeds of high physiological quality. It also helped to improve the strength of both the seeds that had not been damaged and those deteriorated by 48 and 72 hours, being a promising technique to increase their physiological quality.

Index terms: Osmotic conditioning, quality physiological, *Capsicum annuum*.

(Recebido em 29 de agosto de 2008 e aprovado em 5 de novembro de 2009)

INTRODUÇÃO

As pimentas (*Capsicum spp.*) são cultivadas em todo o território nacional em regiões que vão desde as de clima subtropical, caso do Sul, até as de clima tropical, caso do norte e nordeste. Atualmente, o cultivo de pimentas tem assumido posição relevante no cenário nacional, em razão, principalmente, das demandas externas do mercado consumidor. As várias formas de utilização do produto como, por exemplo: molhos, conservas, geléias e pápricas, têm contribuído para a ampliação do setor agroindustrial da pimenta (Nascimento et al., 2006).

A propagação da pimenta é feita por meio de sementes que, geralmente, apresentam baixas taxas de germinação e emergência de plântulas, o que justifica o uso de técnicas que contribuam para acelerar o processo de germinação e uniformizar a emergência em campo.

O condicionamento osmótico ou "priming" consiste na hidratação controlada das sementes, por meio da sua imersão em solução osmótica, por tempo e temperatura determinada (Anwar et al., 1978), de modo a atingir um nível de hidratação que permita o desenvolvimento das fases iniciais da germinação (fase I e II), mas sem atingir o estágio de protrusão da radícula (fase III), segundo o padrão trifásico proposto por (Bewley & Black, 1994).

¹Universidade Federal de Viçosa/UFV – Departamento de Fitotecnia – 36571-000 – Viçosa, MG – gsfigalho@hotmail.com

²Universidade Federal de Lavras/UFLA – Lavras, MG

³Universidade Federal de Viçosa/UFV – Departamento de Fitotecnia – Viçosa, MG

⁴Universidade Federal de Pelotas/UFPel – Departamento de Matemática e Estatística – Pelotas, RS

Durante esse processo, ocorre a reativação de eventos metabólicos essenciais à germinação, como a ativação enzimática e o início da digestão das reservas, resultando em acúmulo de solutos nas células e, conseqüentemente, em rapidez na emergência da radícula (Bradford, 1986; Khan, 1992). Considera-se que o melhor desempenho das sementes condicionadas seja decorrente, provavelmente, de mecanismos de reparo, à reorganização das membranas e à maior eficiência na mobilização de reservas (Lanteri et al., 1998a; Srinivasan et al., 1999). O aumento na síntese de proteínas e DNA em embriões de sementes osmocondicionadas foi evidente, segundo Bray et al. (1989). Além disso, alguns autores têm demonstrado que o condicionamento osmótico pode reverter os efeitos da deterioração nas sementes (Burgass & Powell, 1984; Dell'Aquila & Taranto, 1986; Fujikura & Karssen, 1992; Barbedo et al., 1997; Baylly et al., 1998; Lanteri et al., 1998b; Trigo et al., 1999; Kikuti et al., 2002; Jeller & Perez, 2003).

Entre os benefícios do condicionamento osmótico, está a maior probabilidade de se obter rápida emergência em campo, especialmente sob condições de estresse (Bittencourt et al., 2004).

Em sementes pimentão, diferentes técnicas de condicionamento osmótico têm proporcionado: a redução do tempo de germinação (Wien, 1997; José et al., 2000; José, 1999, citado por Nascimento, 2005); a melhoria da uniformidade da emergência de plântulas sob condições de campo (Bradford et al., 1990; Gimenez-Sampaio et al., 1993); o aumento da porcentagem de germinação em temperatura subótima (Posse et al., 2001) e, ainda, a manutenção da viabilidade quando armazenadas a 5°C (Posse et al., 2004).

Desse modo, os efeitos positivos do condicionamento osmótico no desempenho de sementes de pimentão já foram comprovados. Contudo, são escassas as informações referentes aos efeitos desta técnica na recuperação de lotes de sementes submetidos à deterioração. Segundo Nascimento, (2003), a eficiência do condicionamento osmótico depende, dentre outros fatores, do nível de qualidade da semente. Essa técnica tem se mostrado mais eficiente para lotes de sementes de baixa qualidade (Tilden & West, 1985; Bittencourt et al., 2004, 2005).

Nesse contexto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito do condicionamento osmótico em sementes de pimenta 'amarela comprida' (*Capsicum annuum* L.) submetidas à deterioração controlada.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da

Universidade Federal de Viçosa, MG. Foram utilizadas sementes de pimenta "Amarela Comprida" (*Capsicum annuum* L.), apresentando teor de água inicial de 6%, determinado pelo método da estufa a 105°C ± 3 por 24 horas (Brasil, 1992). As sementes foram então submetidas à deterioração controlada, conforme método descrito por Powell (1995). Para tanto, inicialmente, tiveram o seu teor de água ajustado para 24% pelo método da atmosfera úmida (Rossetto & Marcos Filho, 1995). Desse modo, as sementes foram colocadas para embeber sobre três folhas de papel germitest umedecidas 2,5 vezes o peso do papel seco, em caixas gerbox, mantidas em germinador a 25°C. Por meio de pesagens frequentes monitorou-se o ganho de umidade pelas sementes até que as mesmas atingissem o grau de umidade desejado, sendo então acondicionadas em saco aluminizado, que foi lacrado e transferido para um refrigerador (10°C) por uma noite. Em seguida, as sementes foram mantidas em banho-maria, a 45°C, por 0, 24, 48 e 72 horas. Após cada período, os recipientes foram rapidamente imersos em água fria para reduzir a temperatura; em seguida, as sementes foram submetidas aos tratamentos de condicionamento osmótico.

Para a realização dos tratamentos de condicionamento osmótico, as sementes foram acondicionadas sobre três folhas de papel germitest umedecidas com solução de polietileno glicol (PEG 6000) a - 1,1 MPa (Vilella et al., 1991), utilizando-se 3 mL de solução por grama do papel seco, em bandejas plásticas. Adicionou-se à solução condicionadora 0,15% do ingrediente ativo do produto comercial Captan 750 TS. As bandejas foram vedadas com filme de polietileno e mantidas em germinador a 25°C, no escuro, por 0, 6 e 8 dias. Após cada período de condicionamento, as sementes foram lavadas em água corrente por, aproximadamente, um minuto para a retirada do excesso de solução de PEG 6000. Em seguida, foram secas superficialmente com papel toalha e submetidas aos testes descritos a seguir:

Germinação: Utilizaram-se 4 repetições de 50 sementes, distribuídas sobre três folhas de papel germitest umedecidas com solução de KNO₃ a 0,2% em caixas gerbox. As caixas foram mantidas em germinador a 25°C, avaliando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas aos sete e 15 dias após a semeadura.

Primeira contagem da germinação: Foi realizada simultaneamente ao teste de germinação, registrando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas no sétimo dia após a semeadura.

Germinação a baixa temperatura: Utilizaram-se 4 repetições de 50 sementes, semeadas conforme método descrito para o teste de germinação em caixas gerbox. As caixas foram mantidas em germinador a 15°C, sendo

realizada uma única avaliação aos 15 dias após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes que emitiram radícula com comprimento e'' a 1,0 cm.

Velocidade de germinação: Conduzido simultaneamente com os testes de germinação (25°C) e germinação a baixa temperatura (15°C), realizando-se contagens diárias do número de sementes germinadas até o 15º dia após a sementeira. A velocidade de germinação, em dias, foi calculada de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

Comprimento da raiz primária: Foi realizado em caixas gerbox inclinadas 45° em relação às divisões horizontais internas do germinador, com 4 repetições de 10 sementes por tratamento. As sementes foram semeadas sobre papel germitest umedecido com quantidade de KNO_3 a 0,2% equivalente a três vezes o seu peso seco. As caixas gerbox foram mantidas em germinador a 25°C, após 15 dias, mediu-se o comprimento da raiz primária das plântulas normais e os resultados foram expressos em cm/plântula (Nakagawa, 1999).

Matéria seca de plântulas: as plântulas provenientes de cada repetição do teste de comprimento da raiz primária foram acondicionadas em sacos de papel colocados em estufa a 70°C por 48 horas. Após esse período, foi realizada a pesagem com precisão de 0,001g, obtendo-se o peso de matéria seca em mg/plântula.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram submetidos à testes de normalidade, que não indicaram a necessidade de transformá-los. As análises de variância foram processadas em esquema fatorial (4 x 3), sendo 4 níveis de deterioração controlada (0, 24, 48 e 72 horas) e 3 níveis de condicionamento osmótico (0, 6 e 8 dias - C1, C2 e C3, respectivamente). As médias das variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Na realização das análises estatísticas, foi utilizado o aplicativo computacional em genética e estatística, denominado programa GENES (Cruz, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se avaliar o efeito do condicionamento osmótico em sementes submetidas a diferentes tempos de deterioração controlada (Tabela 1), observa-se que a técnica de condicionamento não afetou a germinação das sementes não deterioradas (testemunha) e deterioradas por 24 horas. Já, nas sementes deterioradas por 48 e 72 horas, o condicionamento osmótico por 6 e 8 dias, respectivamente, contribuiu para aumentar a germinação. Esses resultados confirmam os relatos de José et al. (2000),

que concluíram que a técnica de condicionamento osmótico é eficiente para melhorar a performance de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.) com baixa porcentagem de germinação.

Pela primeira contagem de germinação (Tabela 1) verifica-se que o condicionamento osmótico por 6 e 8 dias melhorou o desempenho das sementes, tanto não deterioradas como deterioradas por 24 e 48 horas, em relação às não condicionadas, cuja germinação na primeira contagem foi nula. Tal resultado pode ser explicado pelo fato de que sementes osmocondicionadas tendem a apresentar maior taxa de germinação, como concluiu Saracco et al. (1995) ao condicionar osmoticamente sementes de pimentão. É importante ressaltar que nas sementes não deterioradas, a germinação que era nula na primeira contagem foi elevada para 61% após o condicionamento em PEG por 8 dias. Este tratamento também foi benéfico para sementes deterioradas por 72 horas, embora o valor obtido seja relativamente baixo (20%).

Não houve efeito benéfico do condicionamento osmótico sobre a germinação a baixa temperatura das sementes não deterioradas e deterioradas por 24 e 72 horas (Tabela 1). Efeito positivo do condicionamento só foi observado para sementes deterioradas por 48 horas e submetidas ao condicionamento por 6 dias, cuja germinação da testemunha (não condicionada) que era de 36% foi elevada para 70%.

Com relação à velocidade de germinação avaliada a 25°C, tanto para as sementes não deterioradas quanto para as deterioradas por 48 e 72 horas, o condicionamento osmótico por seis dias reduziu o tempo médio necessário para a germinação (Tabela 1). Nota-se que, para as sementes deterioradas por 72 horas, o tempo médio para germinação que foi de 8,7 dias (não condicionadas) diminuiu para 3,1 e 4,3 dias com o condicionamento por seis e oito dias, respectivamente. Os efeitos do condicionamento osmótico na velocidade da germinação têm sido evidentes, diversos trabalhos com diferentes espécies resultaram no aumento da velocidade de germinação das sementes osmocondicionadas, incluindo, entre outros: “quaresminha” (Borges et al., 1994); “cebola” (Lopes et al., 1996; Trigo et al., 1999); “sorgo” (Carvalho et al., 2000); “aspargo” (Bittencourt et al., 2004) e “pau-de-formiga” (Mendonça et al., 2005) e “salsa” (Contreiras Rodrigues et al., 2009).

Por outro lado, o condicionamento não afetou a velocidade de germinação das sementes deterioradas por 24 horas (Tabela 1).

Na temperatura de 15°C, subótima para a germinação de sementes de *Capsicum annuum*, pôde-se perceber que o condicionamento osmótico promoveu aumento na

velocidade de germinação tanto das sementes não deterioradas como daquelas deterioradas por 24, 48 e 72 horas, sendo que nestes dois últimos tratamentos o período de oito dias de condicionamento foi superior ao de seis dias (Tabela 1). Estes dados confirmam as afirmações de Warren & Bennett (1997) de que diversos benefícios têm sido relatados com o emprego da técnica de condicionamento osmótico, dentre eles, a maior probabilidade de se obter melhor germinação e emergência mais uniforme, particularmente, em condições de estresse, como temperaturas subótima ou supra-ótima. O condicionamento osmótico tem sido indicado para melhorar o desempenho de sementes sob temperaturas baixas como evidenciam Posse et al. (2004) e Bittencourt et al. (2005).

As variáveis massa seca de plântulas e comprimento de raiz primária não foram afetadas pelo condicionamento osmótico das sementes não deterioradas

e deterioradas por 48 e 72 horas (Tabela 1). Contudo, observou-se efeito negativo quando sementes deterioradas por 24 horas foram condicionadas, obtendo-se valores inferiores à testemunha não condicionada. Deste modo, verifica-se a ocorrência de um “overpriming”, definido por Ely & Heydecker (1981) como sendo uma reversão dos efeitos benéficos do condicionamento osmótico, possivelmente, por excesso de tempo de exposição das sementes ao tratamento. Dados semelhantes foram relatados por Pereira (2007) que, condicionando sementes de cenoura em solução de PEG 6000 a -1,2 MPa em papel umedecido, percebeu não haver efeito positivo desse método sobre o tamanho das plântulas, o que se verificou para a velocidade de germinação. Todavia, vale salientar que Bittencourt et al. (2004) verificaram os benefícios do condicionamento osmótico em sementes de aspargo tanto na velocidade de emergência, quanto no crescimento das plântulas.

Tabela 1 – Desdobramento das interações (deterioração controlada: DC – 0, 24 e 48 horas X condicionamento osmótico: CO - Solução de PEG 6000 a -1,1 MPa por: 0, 6 e 8 dias; C1, C2 e C3 respectivamente) quanto à percentagem de plântulas normais dos testes de germinação (G), primeira contagem de germinação (1ª CG) e germinação a baixa temperatura (G-BT); velocidade de germinação à 25°C e 15°C (VG); massa seca de plântulas (MS) e comprimento da raiz primária (CR) de sementes de pimenta “Amarela Comprida”. UFV, Viçosa-MG, 2007.

Interação	G		1ªCG		G-BT		VG		MS	CR				
	%		%		%		25°C	15°C						
	%		%		%		dias	dias	mg	cm				
(0 x C ₁)	94	a	0	b	89	a	5,5	a	13,8	a	2,8	a	4,5	a
(0 x C ₂)	88	a	52	a	81	a	3,1	b	6,9	b	1,9	a	3,9	a
(0 x C ₃)	85	a	61	a	67	b	3,1	b	5,2	b	2,2	a	3,2	a
(24 x C ₁)	83	a	0	b	78	a	6,8	a	14,1	a	3,0	a	3,7	a
(24 x C ₂)	81	a	24	a	52	b	6,3	a	10,5	b	0,9	b	1,4	b
(24 x C ₃)	89	a	19	a	10	c	6,3	a	8,9	b	1,7	b	2,2	ab
(48 x C ₁)	58	b	0	c	36	b	8,1	a	13,8	a	1,4	a	1,4	a
(48 x C ₂)	74	a	48	a	70	a	5,2	b	8,4	b	0,7	a	1,7	a
(48 x C ₃)	54	b	13	b	13	c	5,5	b	5,4	c	0,9	a	1,3	a
(72 x C ₁)	16	b	0	b	11	a	8,7	a	12,6	a	0,4	a	0,5	a
(72 x C ₂)	4	b	0	b	18	a	3,1	c	8,1	b	1,0	a	2,1	a
(72 x C ₃)	52	a	20	a	9	a	4,3	b	5,0	c	1,6	a	1,9	a
C.V. (%)	12,40		27,60		12,12		11,43		15,56		44,37		46,43	

Médias seguidas por uma mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

O condicionamento osmótico das sementes de pimenta “Amarela Comprida” foi benéfico à germinação das sementes deterioradas por 48 e 72 horas, não prejudicando a germinação de sementes de alta qualidade fisiológica.

O condicionamento das sementes em PEG 6000 a -1,1 MPa contribuiu para melhorar o vigor, tanto das sementes não deterioradas como deterioradas por 48 e 72 horas, constituindo-se em procedimento promissor para se elevar a qualidade fisiológica das mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANWAR, A.K.; KAR-LING, T.; KNYPL, J.S.; BORKOWSKA, B.; LOYD, E.P. Osmotic conditioning of seed: physiological and biochemical changes. **Acta Horticulturae**, Sutton Bonington, v.1, n.83, p.267-278, 1978.
- BARBEDO, C.J.; MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A.D.L.C. Condicionamento osmótico e armazenamento de sementes de cedro rosa. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.2, p.355-361, 1997.
- BAYLLY, C.; BENAMAR, A.; CORBINEAU, F.; COME, D. Free radical scavenging as affected by accelerated ageing and subsequent priming in sunflower seeds. **Physiologia Plantarum**, Denmark, v.104, p.646-652, 1998.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 445p.
- BITTENCOURT, M.L.C.; DIAS, D.C.F.S.; ARAÚJO, E.F.; DIAS L.A.S. Controle da hidratação para o condicionamento osmótico de sementes de aspargo. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.2, p.99-104, 2004.
- BITTENCOURT, M.L.C.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Germination and vigour of primed asparagus seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.4, p.319-324, 2005.
- BORGES, E.E.L.; SILVA, L.F.; BORGES, R.C. Avaliação do osmocondicionamento na germinação de sementes de quaresminha (*Miconia candilleana* Triana). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.90-94, 1994.
- BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.5, p.1105-1112, 1986.
- BRADFORD, K.J.; STEINER, J.J.; TRAWATHA, S.E. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. **Crop Science**, Madison, v.30, n.25, p.718-721, 1990.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BRAY, C.M.; DAVISON, P.A.; ASHRAF, M.; TAYLOR, R.M. Biochemical changes during priming of leek seeds. **Annals of Botany**, London, v.3, n.23, p.185-193, 1989.
- BURGASS, R.W.; POWELL, A.A. Evidence for repair processes in the invigoration of seeds by hydration. **Annals of Botany**, London, v.53, p.735-757, 1984.
- CARVALHO, L.F.; MEDEIROS FILHO, S.; ROSSETTI, A.G.; TEÓFILO, E.M. Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.185-192, 2000.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES: estatística experimental e matrizes**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 480p.
- DELL'AQUILA, A.; TARANTO, G. Cell division and DNA synthesis during osmopriming treatment and following germination in aged wheat embryos. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.14, n.2, p.333-341, 1986.
- ELY, P.R.; HEYDECKER, W. Fast germination of parsley seeds. **Science Horticulturae**, Athens, v.15, n.2, p.127-136, 1981.
- FUJIKURA, Y.; KARSSSEN, C.M. Effects of controlled deterioration and osmopriming on protein synthesis of cauliflower seeds during early germination. **Seed Science Research**, New York, v.2, p.23-31, 1992.
- GIMENEZ-SAMPAIO, T.; SAMPAIO, N.V.; RETAMAL, N.; DURAN, J.M.A. Acondicionamento osmótico de semillas. **Agricultura**, Madrid, v.12, n.68, p.124-127, 1993.

- JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de cássia-do-nordeste sob estresse hídrico, térmico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p.1025-1034, 2003.
- JOSÉ, S.C.B.R.; VIEIRA, M.G.G.C.; GUIMARÃES, R.M. Efeito do condicionamento osmótico na germinação e no vigor de sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.176-184, 2000.
- KHAN, A.A. Preplant physiological seed conditioning. **Horticultural Reviews**, New York, v.13, p.131-181, 1992.
- 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**, Lavras, v.26, n.2, p.439-443, 2002.
- LANTERI, S.; NADA, E.; BELLETTI, P. Effects of controlled deterioration and osmoconditioning on germination and nuclear replication in seeds of pepper (*Capsicum annuum* L.). **Annals of Botany**, New York, v.77, n.66, p.591-597, 1998a.
- LANTERI, S.; QUAGLIOTTI, L.; BELLETTI, P. Delayed luminescence and priming-induced nuclear replication of unaged and controlled deteriorated pepper seeds (*Capsicum annuum* L.). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.26, n.2, p.413-424, 1998b.
- LOPES, H.M.; MARIA, J.; SILVA, R.F.; MALAVASI, M.M. Influência do potencial osmótico e da temperatura na embebição e no crescimento da radícula de sementes de cebola (*Allium cepa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.167-172, 1996.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MENDONÇA, A.V.R.; COELHO, E.A.; SOUZA, N.A.; BALBINOT, E.; SILVA, R.F.; BARROSO, D.G. Efeito da hidratação e do condicionamento osmótico em sementes de pau-formiga. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.2, p.111-116, 2005.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseado no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap.2, p.1-21.
- NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v.23, n.2, p.211-214, 2005.
- NASCIMENTO, W.M. **Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2004. 12p. (Circular técnica, 33).
- NASCIMENTO, W.M. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de melão em resposta ao condicionamento osmótico. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.1, 2003.
- NASCIMENTO, W.M.; DIAS, D.C.F.; FREITAS, R.A. Produção de sementes de pimentas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.235, p.30-39, 2006.
- PEREIRA, M.D. **Condicionamento osmótico de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.)**. 2007. 71f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- POSSE, S.C.P.; SILVA, R.F.; VIEIRA, H.D. Temperatura de armazenamento e desempenho de sementes hidratadas e osmocondicionadas de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.38-43, 2004.
- POSSE, S.C.P.; SILVA, R.F.; VIEIRA, H.D.; CATUNDA, P.H.A. Efeitos do condicionamento osmótico e da hidratação na germinação de sementes de pimentão (*Capsicum annum* L.) submetidas a baixa temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.1, p.123-127, 2001.
- POWELL, A.A. The controlled deterioration test. In: VENTER, H.A. van de. **Seed vigour testing seminar**. Zürich: International Seed Testing Association, 1995. p.73-87.
- POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Evaluation of controlled deterioration a new vigour test for small seeds vegetables. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.2, p.633-640, 1981.

- RODRIGUES, A. P. D. C.; LAURA, V. A.; CHERMOUTH, K. da S.; GADUM, J. Osmocondicionamento de sementes de salsa (*Petroselinum sativum* Hoffm.) em diferentes potenciais hídricos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5 p. 1288-1294, set./out., 2009.
- ROSSETTO, C.A.V.; MARCOS FILHO, J. Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.171-178, 1995.
- SARACCO, F.; BINO, R.J.; BERGERVOET, J.H.W.; LANTERI, S. Influence of priming induced nuclear replication activity on storability of pepper (*Capsicum annuum* L.) seed. **Seed Science Research**, Wallingford, v.5, p.25-29, 1995.
- SRINIVASAN, K.; SAXENA, S.; SINGH, B.B. Osmo- and hydropriming of mustard seeds to improve vigour and some biochemical activities. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.27, n.2, p.785-793, 1999.
- TILDEN, R.L.; WEST, S.H. Reversal of the effects of ageing in soybean seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v.77, p.584-586, 1985.
- TRIGO, M.F.O.O.; NEDEL, J.L.; GARCIA, A.; TRIGO, L.F. Efeitos do condicionamento osmótico com soluções aeradas de nitrato de potássio no desempenho de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.1, p.139-144, 1999.
- WARREN, J.E.; BENNETT, M.A. Seed hydration using the drum priming system. **HortScience**, Alexandria, v.32, n.7, p.1220-1221, 1997.
- WIEN, H.C. Peppers. **The physiology of vegetable crops**. New York: CAB International, 1997. 293p.