

CONDICIONAMENTO OSMÓTICO DE SEMENTES

Revisão de Literatura

Maria Célia Aroucha Santos

Bióloga, Mestre em Produção Vegetal pela UENF-RJ
E-mail: celian@hotmail.com

Edna Maria Mendes Aroucha

Prof. Adjunto II, UFERSA, Departamento de Agrotecnologia e Ciências Sociais, CEP 59 625-900, Mossoró/RN. E-mail: aroucha@ufersa.edu.br

Marcelo Sobreira de Souza

Eng. Agrº. Mestre em Produção Vegetal pela UENF-RJ
E-mail: sandraosouza@yahoo.com.br

Roberto Ferreira da Silva

Prof. Titular, UENF, Departamento de Fitotecnia, CEP 28 620-180, Campos dos Goytacazes/RJ. E-mail: roberto@uenf.br

Pahlevi Augusto de Sousa.

Engº. Agr. D. Sc. em Fitotecnia pela UFV-MG: Fisiologia pós-colheita
E-mail: pahlevi10@hotmail.com

RESUMO - O condicionamento osmótico é uma técnica que utiliza substâncias quimicamente inertes com o objetivo de propiciar às sementes a ocorrência dos processos bioquímicos essenciais para desencadear o processo de retomada de crescimento do embrião, sem que haja a protrusão da radícula. Esta revisão trata dos vários fatores que interferem na técnica do condicionamento osmótico, como uso de substâncias químicas, temperatura, período de condicionamento, secagem, armazenamento e revigoramento de sementes. Também outros aspectos como redução do tempo de formação de mudas, superação de dormência e revigoramento de sementes envelhecidas.

Palavras-chave: priming, germinação, revigoramento.

OSMOTIC CONDITIONING OF SEEDS

ABSTRACT – The osmotic conditioning is a technique that uses inert chemically substances with the aim to begin the essential biochemical processes to embryo growth without there is seedling protrusion. This revision refer the several factors that interfere in the osmotic conditioning technique, as well as the use of chemistries, temperature, conditioning period, drying, storage and seeds revigoration. Other aspects as reduced time to obtain seedling, dormance overcome and seed revigoration.

Key word: priming, germination, revigoration

INTRODUÇÃO

A técnica do “priming” ou condicionamentos fisiológicos, desenvolvidos por Heydecker et al. (1975), apesar de fisiologicamente complexa, é simples em conceito. Tem como objetivo reduzir o período de germinação, bem como sincronizar e melhorar a emergência das plântulas, submetendo às sementes a um controle da hidratação suficiente para permitir os processos respiratórios essenciais à germinação, porém insuficiente para propiciar a protrusão da radícula. Isto é, 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 revisão tem por objetivo argumentar os principais fatores envolvidos na técnica do condicionamento osmótico.

As metodologias empregadas no condicionamento fisiológico podem diferir entre si. As variações consistem nas formas de fornecimento de água (equilíbrio higroscópico com a atmosfera, embebição em substrato, imersão em água pura, em soluções salinas ou osmóticas), na opção por secagem subsequente à hidratação, no número de ciclos de hidratação e desidratação, na duração do período de hidratação, no nível de hidratação e no estágio da germinação atingido durante o condicionamento (GUIMARÃES, 2000).

O uso de substâncias químicas osmoticamente ativas como forma de controlar a entrada de água na semente tem sido amplamente difundido. Segundo Heydecker et al. (1975), o potencial hídrico da solução é ajustado de modo a possibilitar a ocorrência dos processos de preparação da germinação das sementes, mas que impeça

o alongamento celular e a emergência da radícula, mesmo após semanas de contato entre as sementes e a solução. Khan (1992) afirma que os processos bioquímicos e fisiológicos da germinação são estimulados até o ponto em que o baixo potencial osmótico do meio de embebição impede a germinação.

Os solutos usados ou soluções osmóticas com as quais as sementes permanecem em contato devem apresentar algumas características. Não podem ser tóxicos ou causar alterações estruturais, penetrar no sistema de membranas das células, ser metabolizados e nem estarem sujeitos à deterioração microbiana durante o condicionamento das sementes (BRADFORD, 1986). Dentre os agentes osmóticos utilizados incluem-se os sais (K_3PO_4 , KH_2PO_4 , $MgSO_4$, $NaCl$, KNO_3), açúcares (manitol, sorbitol), polietileno glicol (PEG) e glicerol. Nenhum desses solutos, comumente, utilizados no condicionamento osmótico atende completamente a essas exigências, sendo importante observar que o critério na escolha é o efeito desejável sobre a semente, não devendo ser tóxico e impedir a etapa final da germinação das sementes.

O PEG, de fórmula geral $HOCH_2(OCH_2CH_2)_nOH$, de alto peso molecular maior que 4000 (MEXAL et al., 1975), apresenta vantagens sobre os outros agentes osmóticos por ser mais inerte que outros solutos; não ser absorvido pelas sementes, devido seu peso molecular (>4000) e, geralmente, não ser tóxico. Como desvantagem apresenta efeito negativo sobre a disponibilidade de oxigênio para as sementes devido à alta viscosidade que leva à baixa taxa de difusão do oxigênio nas soluções contendo o PEG. Entretanto, agitação e adição de ar enriquecido (75% de O_2) na solução de priming melhoram a performance de sementes, tal como ocorre em sementes de cebola e cenoura (HEYDECKER et al., 1978).

Quando as sementes são imersas em água, as condições das sementes e do meio como potencial hídrico, lixiviação de reservas solúveis essenciais, suprimento de oxigênio e acúmulo de CO_2 , são modificados. Essas modificações são influenciadas pelo tempo, temperatura, volume de água, tamanho e densidade das sementes (LOPES et al., 1996). Bradford (1986) constatou variabilidade de respostas entre espécies, cultivares e mesmo entre lotes de sementes.

Para se obter condições favoráveis ao condicionamento osmótico são importantes verificar: a temperatura, a concentração da solução (potencial osmótico), o período de duração do tratamento, a intensidade de luz, a densidade de gases envolvidos, o método e o período de secagem após o tratamento, e outros fatores que podem influenciar a extensão do condicionamento osmótico. Esses fatores variam amplamente em função das características das sementes de diferentes espécies e cultivares e, possivelmente, entre lotes de uma dada cultivar, bem como em função dos

processos fisiológicos e bioquímicos envolvidos (BRADFORD, 1986).

A melhor combinação dos fatores envolvidos no tratamento e sua otimização devem ser feitas por tentativas para cada lote de sementes. Como referência, em uma determinada condição de condicionamento, se a proporção de germinação das sementes durante o tratamento, for superior a 4 a 6%, a concentração da solução deve ser aumentada na próxima tentativa (HEYDECKER et al., 1975; BRADFORD, 1986).

Para a maioria das espécies, a melhor temperatura para o condicionamento varia entre 10 e 20°C (BEWLEY e BLACK, 1994). Para soja, a melhor temperatura está entre 20 e 25°C (Del Giúdice, 1996); para feijão, 25°C (Pandey, 1989); cenoura, 15 a 20°C (PELÚZIO, 1999); citrus, 35°C (CHILEMBWE et al., 1992) e melão, 25°C (NASCIMENTO e WEST, 2000).

O potencial hídrico que normalmente se utiliza no condicionamento osmótico com PEG 6000 está na faixa de -0,5 a -2,0 MPa e a duração do tratamento é de 4 a 35 dias (KHAN et al., 1981 citado por PAIXÃO, 1998).

Um pré-requisito essencial para o sucesso da técnica é o uso de sementes livres de microrganismos, entretanto, a obtenção de tais sementes nem sempre é possível (COPELAND e MCDONALD, 1985). A inclusão de substâncias protetoras de sementes como fungicidas de reguladores de crescimento na solução osmótica durante o processo de condicionamento osmótico favorece a performance de sementes. Durante a fase inicial de embebição na solução osmótica ocorre perda de solutos das sementes, e esses lixiviados podem estimular a atividade microbiana, geralmente saprófitas. Por outro lado, durante a embebição e lavagem das sementes após tratamento, o fungicida pode ser removido das sementes, diminuindo a sua eficiência e aumentando a proporção de plântulas anormais por contaminação (NASCIMENTO, 1998).

Para as sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.) as combinações de PEG -0,4 à -1,2 MPa e solução de KNO_3 de 0,1 a 0,3 M, nas temperaturas de 20-22°C por 5 e 6 dias, respectivamente, resultaram melhoria na germinação e emergência. Enquanto em sementes de citrus submetidas às soluções de PEG 6000 de -0,6 a -1,2 MPa, a porcentagem de emergência e germinação foi menor do que a testemunha (CHILEMBWE et al., 1992).

“Priming” em solução aerada de KNO_3 a 3%, a temperatura de 25°C, não incrementou a porcentagem final de germinação, mas aumentou a velocidade de germinação e desenvolvimento do hipocótilo de plântulas de pimentão. Nas sementes de pimentão condicionadas osmoticamente, foi necessário um grau de umidade de 46,4% para emergência da radícula, e nas sementes condicionadas em água, 44,7% de umidade não foi suficiente para a protrusão da radícula (PAIXÃO, 1998).

As sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.) condicionadas durante 21 dias em solução de PEG 6000 a -0,5 MPa à temperatura de 25°C, foi mais eficiente em melhorar a germinação quando comparado aos

tratamentos com potenciais $-1,0$ e $-1,5$ MPa durante 7, 14 e 21 dias (POSSE et al., 2001). Soluções salinas com potencial osmótico mais negativo, que previnem a germinação durante o tratamento, resultaram em menores reduções no T50 (tempo médio para ocorrência de 50% de germinação). O grau de hidratação das sementes está correlacionado com o potencial osmótico da solução. Sementes incubadas em soluções com potencial hídrico alto possuem um maior conteúdo de umidade e potencialmente maior atividade metabólica (SMITH e COBB, 1991).

Sementes de tomate obtiveram menor tempo de emergência e aumento na porcentagem de germinação com tratamento utilizando-se PEG 4000 na concentração de $-1,2$ MPa, durante 8 dias à temperatura de 16°C (MUHYADDIN e WIEBBER, 1989 citado por PAIXÃO, 1998).

Sementes de cebola condicionadas em solução osmótica de PEG 6000 a $-0,75$ MPa a 15°C por 4 a 6 dias, apresentaram melhor desempenho, principalmente nos testes de germinação e vigor, sob condições de laboratório, em relação às sementes não condicionadas e/ou embebidas em água destilada (LOPES et al., 1996).

Para as sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico em PEG 6000, a $-0,8$ MPa por 4 dias a 25°C , resultaram melhores resultados de germinação e índice de velocidade de emergência de plântulas (DEL GIÚDICE, 1996).

Em uma população de sementes, existe variação quanto ao vigor das sementes. Durante o processo de germinação, enquanto as de alto vigor atingem um nível metabólico mais rápido e ordenado, as de baixo vigor apresentam nível metabólico mais lento. Quando submetidas ao condicionamento osmótico, aquelas de baixo vigor tendem a alcançar às de alto vigor e, conseqüentemente, obtem-se maior uniformidade na germinação e emergência (HEYDECKER e HIGGINS, 1978).

Diversos trabalhos apresentam melhores efeitos na utilização da técnica do condicionamento osmótico em lotes de sementes de médio e baixo vigor (HEYDECKER et al., 1975). Como constatados por Brocklehurst e Dearman (1984) em 4 lotes de sementes de alho porro, após condicionamento em PEG; os melhores resultados ocorreram em lotes de baixo vigor.

Sementes envelhecidas e deterioradas são mais sensíveis aos danos de embebição, já que as membranas celulares encontram-se enfraquecidas, perdem sua integridade e tornam-se mais suscetíveis à rápida entrada de água. Vários trabalhos com sementes de hortaliças têm mostrado que os efeitos do condicionamento osmótico resultam em uma resposta mais rápida quanto ao tempo para a germinação, principalmente em lotes de sementes deterioradas ou de baixo vigor (BROCKLEHURST e DEARMAN, 1984; LOPES et al., 1996).

A melhoria pode está relacionada ao resultado do revigoramento de sementes, por tratamentos de

hidratação, através de mecanismos de “reparo de membranas” atuando no processo de deterioração das sementes (BURGASS e POWELL, 1984). Resultados de teste de condutividade elétrica mostraram uma reduzida lixiviação de solutos de sementes de cebola osmocondicionadas, comparadas com as não tratadas, suportando a teoria do “reparo”, já que a lixiviação de solutos das células é, em parte, resultante de danos às membranas celulares. Entretanto, não há evidências de que a lixiviação de solutos seja um parâmetro apropriado para medir a integridade de membranas em sementes de cebola (DEARMAN et al., 1987).

O condicionamento osmótico, realizado em sementes de alho porró e cenoura, antes do envelhecimento acelerado, propiciou certa antecipação da germinação das sementes, enquanto após o teste de envelhecimento verificou-se uma redução na porcentagem de germinação e emergência em ambas as espécies (DEARMAN et al., 1987).

Heydecker e Coolbear (1977) não verificaram resposta satisfatória, utilizando o condicionamento osmótico em lotes de sementes de cebola envelhecidas, com germinação abaixo de 60%. Esses resultados mostram que, dependendo da espécie e da qualidade fisiológica dos lotes de sementes, podem ocorrer diferentes respostas ao condicionamento osmótico. No entanto, danos severos desenvolvidos na fase que precede a morte da semente são irreversíveis, enfatizam Lanteri et al. (2000) não sendo possível efetuar-se processos de reparo celular eficientes.

Tratamentos de hidratação mais longos foram efetivos em restaurar a taxa de germinação após o armazenamento. Entretanto se aplicados antes do armazenamento eles aceleraram a deterioração das sementes. Tarquis e Bradford (1992) verificaram que curtos tratamentos de hidratação em sementes de alface aumentaram o vigor das sementes em termos de taxa de crescimento da radícula, mas houve pouco efeito na taxa de germinação ou resistência à deterioração. Concomitantemente aos efeitos benéficos dos tratamentos, de hidratação e condicionamento osmótico, verificou-se redução no tempo de armazenamento das sementes.

Secagem e armazenamento das sementes condicionadas

Um dos aspectos mais controvertidos relacionado ao condicionamento osmótico refere-se aos efeitos da secagem das sementes após o tratamento. Inicialmente, a secagem das sementes foi considerada benéfica por Heydecker et al. (1975), entretanto, em trabalhos posteriores, diversos autores observaram que a secagem reverteu os efeitos benéficos do tratamento. Contudo, a temperatura e taxa de desidratação, após o tratamento da semente, são ambos fatores críticos que afetam a qualidade da semente e, pouco se sabe de seus efeitos sobre a qualidade da semente osmocondicionada

(NASCIMENTO e WEST, 2000; ARMSTRONG e McDONALD, 1992).

Sementes de diversas espécies respondem diferencialmente à desidratação, porém o sucesso da semente condicionada, usualmente, requer secagem e esse conteúdo de água dependerá da espécie e condições de estocagem. Algumas sementes são pouco prejudicadas, outras são beneficiadas, enquanto outras podem ser muito prejudicadas (HEYDECKER e HIGGINS, 1978).

Resultados contraditórios dos efeitos da desidratação durante o condicionamento osmótico têm sido encontrados. Em geral, a secagem deveria ser conduzida à temperatura baixa, para que a semente preserve melhor a vantagem do condicionamento osmótico. Em sementes de cenoura, aipo, cebola quando foram secas a 30°C por 4 dias, a germinação foi menor do que quando secas a 15°C. Em contrapartida, as sementes condicionadas de milho doce quando foram secas em 30 e 40°C apresentaram maior vigor do que quando secas à baixa temperatura (15 e 20°C), (PARERA e CANTLIFFE, 1994 citados por NASCIMENTO e WEST, 2000).

Nascimento e West (2000) estudaram três temperaturas (18, 28 e 38°C) de secagem em sementes de melão após serem submetidas ao condicionamento osmótico com KNO₃ (0,35M) em 25°C por 6 dias, secagem por 24, 48 e 72 horas e estocagem a 10°C e 45% UR por 12 meses. Os mesmos observaram após a desidratação das sementes, que a temperatura não influenciou a germinação. Porém ambas, temperatura e duração da secagem, prejudicaram a germinação e o vigor das sementes após determinado período de armazenamento.

Segundo Khan (1992), o uso de compostos químicos biologicamente ativos, como reguladores de crescimento, pode reduzir o impacto de fatores adversos, em condições de campo. O ácido giberélico, por sua vez, estimula a germinação, elevando a plasticidade da parede celular, seguida da hidrólise do amido em açúcares, por ativação das hidrolases, o que reduz os potenciais hídricos das células, resultando na entrada de água nas células, promovendo seu alongamento (BEWLEY e BLACK, 1994; BEVILAQUA et al., 1997; ARAGÃO e DANTAS, 2001). As sementes, quando embebidas em solução contendo ácido giberélico, têm seu metabolismo acelerado, o que aumenta a porcentagem e a velocidade de emergência (BEVILAQUA et al., 1997; ANDREOLI e KHAN, 2000; NAIDU, et al., 2000; AROUCHA et al., 2006).

Efeitos benéficos têm sido obtidos durante o condicionamento das sementes de citrus (CHILEMBWE et al., 1992), quiabo (LIMA et al., 2001), melão (NASCIMENTO e ARAGÃO, 2002), aspargo (BITTENCOURT, 2002) e mamão (AROUCHA et al., 2007; ANDREOLI e KHAN, 1993).

CONCLUSÕES

O condicionamento osmótico é uma técnica promissora com resultados positivos, em sementes, principalmente de olerícolas, que são menos prejudicadas pela secagem após o condicionamento. Apesar da escassez de pesquisas em sementes de fruteiras, este abre uma possibilidade de avanços em sementes de fruteiras tropicais, uma vez que grande parte destas apresentam problemas de dormência, período elevado de germinação e curto período de conservação. Uma das grandes vantagens do uso da técnica do condicionamento osmótico está relacionada à sincronização da germinação e obtenção de mudas vigorosas em menor período de tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREOLI, C.; KHAN, A. A. Improving papaya seedling emergence by matricconditioning and gibberellin treatment. **HortScience**, Alexandria, v.28, n.7, p.708-709. 1993.
- ANDREOLI, C.; KHAN, A. A. Integration of physiological, chemical and biological seed treatments to improve stand establishment and yield of vegetables. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 533, n. 31, p.31-39p. 2000.
- ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F. Efeito de doses e formas de aplicação de ácido giberélico em sementes de milho super doce. **Informtivo Abrates**, Londrina- PR, v. 11, n.2, p. 345, 2001.
- AROUCHA, E. M.M; SILVA, R. F; NUNES, G. H. S., SANTOS, M. C. A. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de mamão (*Carica papaya L.*). **Revista Caatinga**, v.19, n.3, p.272-277, 2006.
- ARMSTRONG, H.; McDONALD, M. B. Effects of osmoconditioning on water uptake and electrical conductivity in soybean seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 20 (3): 391-400p. 1992.
- BEVILAQUA, G. A. P; PESKE, S. T; FILHO, B. G. S; SANTOS, D. S. B. Efeito da embebição-secagem de sementes de cenoura no vigor e potencial de armazenamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Brasília, v. 3, n. 3, p.131-138. 1997.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 445p. 1994.
- BITTENCOURT, M. L. C. Condicionamento osmótico de sementes de aspargo (*Asparagus officinalis L.*). (Tese de doutorado em Fitotecnia), Viçosa – MG, UFV. 83p. 2002.

- 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.
- BROCKLEHURST, P. A.; DEARMAN, J. A. A comparison of different chemical of osmotic treatment of vegetable seed. **Annals Applied Biology**, Warwickshire, v. 105, n.2, 391-398p. 1984.
- BURGASS, W. R.; POWELL, A.A. Evidence for repair process in the invigoration of seeds by hydration. **Annals of Botany**, London, v.53, n.5, p.753-757. 1984.
- COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. New York: Macmillan Publishing Company, 34-145p. 1985.
- CHILEMBWE, E. H. H; CASTLE, W. S; CANTLIFFE, D. J. Grading, Hydrating and osmotically priming seed of 4 citrus rootstocks to increase germination rate and seedling uniformity. **Journal American Society for Horticultura Science**, Alexandria, v.117, n. 3, p. 368-372. 1992.
- DEARMAN, J.; BROCKLEHURST, P. A.; DREW, R. L. K. Effects of osmotic priming and ageing on the germination and emergence of carrot and leek seeds. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 111, p.717-722. 1987.
- DEL GIÚDICE, M. P. **Condicionamento osmótico de sementes de soja (*Glycine max L. Merrill*)**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 130p. 1996.
- GUIMARÃES, R. M. **Tolerância à dessecação e condicionamento fisiológico em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica L.*)**. Tese de Doutorado em Fitotecnia, Lavras: UFLA, 180p. 2000.
- HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, I. J. Invigoration of seeds? **Seed Science and Tecnology**, Zurich, v.3, n. 3, p. 881-888p. 1975.
- HEYDECKER, W.; HIGGINS, B. M. The priming of seeds. **Acta horticultural**. Wageningen, v. 83, p. 213-223. 1978.
- HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. Seed treatments for improved performance; survey and attempted prognosis. **Seed science and technology**, Zurich, 5:353-425p. 1977.
- KHAN, A. A. Preplant physiological seed conditioning, **Horticultural Reviews**, New York.. v.13, p.131-179. 1992.
- LANTERI S.; PORTIS E.; BERGERVOET H.W.; GROOT S.P.C. Molecular markers for the priming of pepper seeds (*Capsicum annuum L.*). **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, London, v. 75, n..5, p. 607-611. 2000.
- LIMA, W. A. A; DIAS, D. C. F. S; ALVARENGA, E. M; REIS, M. S; CECON, P. R. Preconditioning of coffee (*Coffea arabica L.*) seeds: effects on germination, vigour and storability. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 29, p. 549-555. 2001.
- LOPES, H. M., FONTES, P. C. R., MARIA, J., CECON, P. R., MALAVASI, M. de M. Germinação e vigor de sementes de cebola (*Allium cepa L.*) influenciados pelo período de temperatura de condicionamento osmótico. **Revista brasileira de sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p.173-179. 1996.
- MEXAL, J., FISHER, J. T., OSTERYOUNG, J., REID, P. P. Oxigen availability in polyethylene glycol solutions and its implication in plant-water relations. **Plant physiology**, Lancaster, v. 55, p.20-24. 1975.
- NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 106-109.1998.
- NASCIMENTO, W. M.; WEST, S. H. Drying during muskmelon (*Cucumis melo L.*) seeds priming and its effects on seed germination and deterioration. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 28, p. 211-215. 2000.
- NASCIMENTO, W. M; ARAGÃO, F. A. S. Condicionamento osmótico de sementes de melão: absorção de água e germinação em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n.1, p.153-157. 2002.
- NUNES, U. R.; SANTOS, M. R.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, D. C. F. S. Efeito do condicionamento osmótico e do tratamento com fungicida na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cebola (*Allium cepa L.*), **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 239-246. 2000.
- PAIXÃO, G. P. **Pré-condicionamento de sementes de quiabo (*Abelmoschus esculentus (L.) Moench*): efeitos sobre a qualidade fisiológica e potencial de armazenamento**. Tese de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 56p. 1998.
- PANDEY, D. K. Priming induced alleviation of the effects of natural ageing derived selective leakage of constituents in French bean. **Seed science and technology**, Zurich, v. 17, p.391-397. 1989.

PELUZIO, L. E. **Condicionamento osmótico de sementes de cenoura** (*Daucus carota* L.): Efeitos na germinação, emergência e no seu desempenho no campo. Tese Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 105p. 1999.

POSSE, S. C. P.; SILVA, R. F; SILVA, H. D. V. CATUNDA, P. H. A. Efeito do condicionamento osmotico na germinação de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.) submetidas a baixa temperatura.

Revista Brasileira de Sementes, Brasília. v. 23, n.1, p.123-127. 2001.

SMITH, P. T., COBB, B. G. Accelerated germination of peppers seed by priming with salt solutions and water. **HortiScience**, Alexandria, v. 26, n. 4, p. 417-419. 1991.

TARQUIS, A. M.; BRADFORD, K. J. Prehydration and priming treatments that advance germination also increase the rate of deterioration of lettuce seeds. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 43, n. 248, p.307-317. 1992.