

## Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações.

Warley M. Nascimento <sup>1</sup>

Embrapa Hortaliças, C. Postal 218, 70359-970 Brasília - DF.

### RESUMO

O estabelecimento rápido e uniforme das plântulas no campo é um pré-requisito fundamental para se alcançar um bom estande e se ter garantia da produtividade e qualidade do produto colhido. Dentre os diferentes tipos de tratamento de sementes, o condicionamento osmótico vem sendo utilizado, principalmente em sementes de hortaliças e flores, com o objetivo de melhorar a velocidade de germinação, a uniformidade das plântulas e algumas vezes a percentagem de germinação, especialmente em condições edafo-climáticas adversas. Aspectos relacionados com esta técnica, seus efeitos e possibilidades para futura pesquisa e desenvolvimento são discutidos.

**Palavras-chave:** tratamento de sementes, estabelecimento de plântulas, qualidade de sementes, germinação.

### ABSTRACT

**Osmoconditioning of vegetable seeds: potentials and effects.**

Rapid and uniform emergence are two important aspects to achieve good stand establishment and to increase yield and quality of harvested crops. Seed priming has become a common seed treatment to enhance stand establishment, especially in vegetable and flower seeds. Aspects related to seed priming and its effects and possibilities for future research and development are discussed.

**Keywords:** seed priming, seed enhancements, stand establishment, seed quality, germination.

(Aceito para publicação em 30 de setembro de 1998)

A produção de sementes de alta qualidade (genética, fisiológica, física ou sanitária) é um dos principais desafios para a pesquisa e para os produtores de sementes. O estabelecimento rápido e uniforme das plântulas no campo é um pré-requisito fundamental para se alcançar um bom estande e se ter garantia da produtividade e qualidade do produto colhido. As sementes, durante o período de emergência, são normalmente expostas a diferentes condições edafo-climáticas, sobre as quais o produtor nem sempre tem total controle. A qualidade da semente é particularmente crítica quando são utilizadas novas cultivares ou híbridos, onde o alto custo da mesma enfatiza a necessidade de melhores técnicas para se obter uma melhor emergência de cada semente. Assim, diferentes tipos de tratamento de sementes tem sido desenvolvidos, dentre eles, o condicionamento osmótico, que consiste de uma hidratação controlada das sementes, suficiente para promover atividade pré-metabólica, sem contudo permitir a emissão da radícula

(Heydecker *et al.*, 1973). Em geral, o tratamento consiste em embeber as sementes em uma solução osmótica por um determinado período de tempo e fazer em seguida uma secagem das mesmas para o grau original de umidade. Isto torna este tratamento vantajoso, uma vez que as sementes podem ser manuseadas e/ou armazenadas. A possibilidade de armazenar as sementes em escala comercial por determinado período após o tratamento, sem a perda do benefício do mesmo, constitui fato altamente desejável.

O condicionamento osmótico tem sido utilizado principalmente em sementes de hortaliças e flores, com o objetivo de melhorar a velocidade de germinação, a uniformidade das plântulas e algumas vezes a percentagem de germinação, especialmente em condições edafo-climáticas adversas (Bradford, 1986; Khan, 1992; Parera & Cantliffe, 1994). Entretanto, a utilização comercial desta técnica e consequentemente a disponibilidade de sementes condicionadas para os produtores é ainda relati-

vamente baixa, mesmo nos países desenvolvidos, como os EUA. Uma das razões para o uso infrequente destas sementes é a inconsistência dos resultados obtidos pela pesquisa. A resposta obtida pelo tratamento tem variado entre espécies, cultivares e mesmo entre lotes de uma mesma espécie/cultivar. Em adição, algumas mudanças morfológicas, fisiológicas e bioquímicas que ocorrem nas sementes, decorrentes do tratamento, não estão totalmente elucidadas e ainda se tem pouco conhecimento de como estas mudanças contribuem para os benefícios desta técnica. Sem pretender esgotar o assunto<sup>2</sup>, o objetivo deste artigo foi revisar a técnica do condicionamento osmótico e considerar alguns aspectos práticos da mesma.

### FATORES AFETANDO O CONDICIONAMENTO OSMÓTICO

Vários fatores afetam a técnica do condicionamento osmótico, dentre eles, o tipo de solução osmótica, potencial

<sup>1</sup> Eng. Agr., MSc., em curso de doutorado na University of Florida, Horticultural Sciences Department, PO Box 110690, Gainesville FL, USA.

<sup>2</sup> Para informações adicionais veja Khan, 1992; Parera & Cantliffe, 1994; Pill, 1995 e Bray, 1995.

osmótico, temperatura, período de embebição, aeração, luz, lavagem e finalmente a secagem das sementes (Khan *et al.*, 1979; Brocklehurst & Dearman, 1984; Furutani *et al.*, 1986; Dearman *et al.*, 1987; Murray, 1989; Smith & Cobb, 1991; Bujalski *et al.*, 1993; Bradford & Haigh, 1994; Perez-Garcia *et al.*, 1995). Um grande número de produtos químicos tem sido utilizado no condicionamento osmótico, como polietileno glicol (PEG),  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$ , manitol, glicerol, e outros. Todos estes compostos tem sido utilizados para ajustar o potencial osmótico da solução, o qual tem variado de -0,5 a -2,0 MPa. A temperatura geralmente é aquela utilizada para a germinação das sementes, isto é, com algumas exceções, entre 15 e 25°C. Com respeito à duração da embebição, 2 a 21 dias tem sido o período requerido, variando é claro, com a espécie, temperatura e outros fatores. Para a maioria das espécies, a aeração da solução é importante, uma vez que adequado suprimento de oxigênio deve estar disponível durante o processo de germinação das sementes. A luz também pode afetar o tratamento; em geral as sementes que necessitam de luz para germinar, a requerem também durante a embebição. Finalmente, a secagem das sementes após o período de embebição merece atenção, devendo ser lenta.

Um outro fator que poderá afetar a resposta do tratamento é a qualidade da semente. Existe na literatura controvérsia com respeito ao mérito do tratamento e o vigor das sementes. Tem-se sugerido o uso de sementes de alto vigor como pré-requisito para se obter um bom resultado (Parera & Cantliffe, 1994). Entretanto, o condicionamento osmótico tem “revigorado” certos lotes de sementes de baixa qualidade fisiológica (Szafirowska *et al.*, 1981). Sementes isentas de microorganismos também devem ser preferencialmente utilizadas para se obter bons resultados, uma vez que as condições estabelecidas durante o condicionamento contribuem para a proliferação de fungos e bactérias (Biniek & Tylkowska, 1987; Nascimento & West, 1997). Neste sentido, a adição prévia de fungicidas às sementes ou durante a embebição das mesmas torna-se uma prática recomendável

(Bujalski *et al.*, 1989; Finch-Savage *et al.*, 1991).

### EFEITOS BENEFÍCOS DO CONDICIONAMENTO OSMÓTICO

Diversos benefícios do condicionamento osmótico têm sido relatados. Um deles é a maior probabilidade de se obter uma melhor emergência, particularmente em condições de estresse, como déficit hídrico ou temperatura inadequada (Eira, 1988). Sabe-se que a temperatura exerce um importante papel durante a germinação das sementes. Dependendo da espécie, cultivar ou lote, temperaturas muito baixas ou muito altas afetarão a germinação. Tem-se observado um melhor desempenho das sementes condicionadas em temperaturas sub ou super-ótimas para diferentes espécies, como aipo (Parera *et al.*, 1993), alface (Guedes & Cantliffe, 1980), alho porró (Corbineau *et al.*, 1994), beterraba (Khan *et al.*, 1983), brássicas (Rao *et al.*, 1987), cenoura (Cantliffe & Elballa, 1994), espinafre (Atherton & Faroque, 1983), melancia (Sacchs, 1977), melão (Bradford *et al.*, 1988), milho-doce (Bennett & Waters, 1987), pimenta (Rivas *et al.*, 1984), tomate (Ali *et al.*, 1990), dentre outras. Especialmente em alface, tem-se obtido excelentes resultados em relação à termoinibição e/ou termo-dormência através do condicionamento osmótico (Cantliffe *et al.*, 1981; Valdes *et al.*, 1985). Maiores uniformidades de germinação e emergência também têm sido observadas em sementes condicionadas. A execução dos tratamentos culturais e da colheita são facilitados; além do que, um estabelecimento mais rápido de plântulas no campo implicará em um menor ciclo da cultura, menor risco, melhor controle de plantas daninhas e uma melhor eficiência de irrigação.

Salinidade é outro fator que tem se tornado limitante para a produção agrícola, especialmente em regiões áridas ou semi-áridas. Assim, sementes condicionadas tem contribuído para melhorar a emergência das plântulas em solos com alta concentração salina (Cano *et al.*, 1991; Pill *et al.*, 1991). A germinação das sementes e a emergência das plântulas

podem ser marcadamente reduzidas pela ação de microorganismos, especialmente fungos dos gêneros *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, e *Fusarium* (Agrios, 1988). Sementes condicionadas têm sido utilizadas para minimizar o efeito destes microorganismos, reduzindo assim a incidência de “damping-off” (Taylor *et al.*, 1985; Osburn & Schroth, 1989; Rush, 1991). Problemas relacionados com a aderência do tegumento (testa) aos cotilédones durante a emergência também têm sido minimizados pelo condicionamento osmótico (Nascimento & West, 1998a).

Como mencionado anteriormente, o condicionamento osmótico promove uma maior rapidez na emergência das plântulas, que conseqüentemente poderá influenciar o desenvolvimento vegetativo. Tem-se sugerido que o período para a maturação e colheita de algumas olerícolas pode ser influenciado pelo tempo gasto por ocasião da germinação e emergência (Currah, 1978). Entretanto, se esta rápida emergência proporcionada pelo condicionamento osmótico é acompanhada pela taxa de crescimento das plântulas, maturidade e finalmente produtividade é uma questão ainda não totalmente elucidada. Estudos relacionados com o desenvolvimento de plântulas após o condicionamento osmótico têm sido realizados em diferentes espécies, como alface (Wurr & Fellows, 1984), brócolos (Jett & Welbaum, 1992), coentro (Pill, 1986), melão (Nascimento & West, 1998b), pimentão (Stoffella *et al.*, 1992), tomate (Odell & Cantliffe, 1986), dentre outras. Com relação à produtividade, não se tem observado resposta positiva ao tratamento em alface (Seale & Cantliffe, 1986), aipo (Rennick & Tiernan, 1978), tomate (Wolfe & Sims, 1982) e outras (Passam *et al.*, 1989).

### APLICAÇÃO COMERCIAL DO CONDICIONAMENTO OSMÓTICO: ASPECTOS PRÁTICOS

Alguns aspectos práticos devem ser focalizados durante todo o processo, partindo do produtor de sementes (a companhia), passando pelo analista, pelo revendedor e finalmente chegando ao usuário final, o produtor de hortaliças.

As respostas obtidas pelo condicio-

namento osmótico tem variado devido a um grande número de fatores, a começar pela metodologia em si da técnica. Em adição a isto, o processo, quando realizado em escala comercial, difere daquele realizado em condições de laboratório, onde se pode ter maior controle do processo; assim, a resposta ao tratamento poderá ser completamente diferente (Akers & Holley, 1986). Equipamentos e/ou diferentes técnicas também devem ser testados visando atender às diferentes necessidades de cada companhia de sementes. Interações entre sementes condicionadas e outras técnicas, como tratamento químico ou peletização, por exemplo, também devem ser observadas (Valdes & Bradford, 1987; Khan, 1992). Outro grande desafio será em relação à padronização da metodologia (protocolo) utilizada no tratamento, uma vez que diferentes respostas tem sido obtidas entre espécies, cultivares e mesmo entre lotes (Bradford *et al.*, 1990). Portanto, qual o lote a ser condicionado, o de mais alta ou mais baixa qualidade? A vida útil do lote condicionado, isto é, a longevidade das sementes durante o período de armazenamento deve ser enfatizada. Diferentes respostas têm sido observadas em relação à qualidade da semente e ao armazenamento (Brocklehurst *et al.*, 1984; Odell & Cantliffe, 1986; Dearman *et al.*, 1987; Alvarado & Bradford, 1988), que levam a vários questionamentos. As condições ideais para o armazenamento de sementes condicionadas são as mesmas utilizadas para aquelas não condicionadas? Quando armazenadas em más condições, isto é, em altas temperaturas, sementes condicionadas de tomate apresentam efeitos deletérios (Argerich *et al.*, 1989). Isto poderá ser um entrave na comercialização das sementes, principalmente para o revendedor (a casa comercial), onde na maioria das vezes, as sementes permanecem na prateleira durante meses expostas a variações climáticas. Neste caso, a comercialização deverá ser através de “encomenda”, onde a companhia de sementes, imediatamente antes do plantio, deverá “condicionar” um volume de sementes da espécie/cultivar requerida pelo produtor. Ainda, o analista de sementes, seja ele da própria

companhia de sementes ou de laboratórios oficiais, fará a mesma análise de rotina? Isto é, utilizará a mesma metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes para sementes não condicionadas? Quanto ao usuário final da semente (o produtor de hortaliças), novas questões podem ser levantadas. Utilizando esta “nova semente”, novas práticas culturais deverão ser adotadas? O maior valor pago pela semente condicionada será compensado pela melhor “performance” da cultura no campo? Para estes, a falta de conhecimento e/ou experiência com esta nova técnica poderá ser um entrave inicial na aceitação do novo produto; estes problemas relacionados com o “marketing” deverão ser enfatizados.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o condicionamento osmótico de sementes tenha sido largamente estudado nas últimas duas décadas, ainda existe a necessidade de se expandir o conhecimento básico sobre diferentes aspectos relacionados com esta técnica. Em relação à praticidade do tratamento, vários aspectos devem ser focalizados, como por exemplo, padronização e uso da metodologia para cada espécie, cultivar e/ou lote produzido, equipamentos, armazenamento, comercialização, etc. Embora esta técnica seja um processo que envolve custo, tanto operacional como de pesquisa e desenvolvimento, o custo final da semente condicionada em relação ao custo de produção da hortaliça ainda será compensador. Entretanto, não se deve criar uma grande expectativa em relação à semente condicionada; para algumas espécies, e em determinadas condições, a utilização da mesma poderá ser significativamente benéfica, enquanto em outras situações não.

### LITERATURA CITADA

AGRIOS, G.N. *Plant Pathology*, 3<sup>rd</sup> ed., Academic press, San Diego, CA, 1988. 803p.  
 AKERS, S.W.; HOLLEY, K.E. SPS: A system for priming seeds using aerated polyethylene glycol or salt solutions. *HortScience*, v. 21, n. 3, p. 529-531, 1986.  
 ALL, A.V.; SOUZA MACHADO, V.; HAMILL, A.S. Osmoconditioning of tomato and onionseeds. *Scientia Horticulturae*, v.43, p. 213-224, 1990.

ALVARADO, A.D.; BRADFORD, K.J. Priming and storage of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) seeds. I. Effects of storage temperature on germination rate and viability. *Seed Science & Technology*, v. 16, p. 601-612, 1988.  
 ARGERICH, C.A.; BRADFORD, K.J.; TARQUIS, A.M. The effects of priming and ageing on resistance to deterioration of tomato seeds. *Journal of Experimental Botany*, v. 40, n. 214, p. 593-598, 1989.  
 ATHERTON, J.G. & FAROQUE, A.M. High temperature and germination in spinach. II. Effects of osmotic priming. *Scientia Horticulturae*, v. 19, p. 221-227, 1983.  
 BENNETT, M.A.; WATERS JR., L. Seed hydration treatments for improved sweet corn germination and stand establishment. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 112, n. 1, p. 45-49, 1987.  
 BINIEK, A.; TYLKOWSKA, K. Germination and mycoflora of carrot seeds treated with thiram and conditioned in polyethylene glycol (PEG 6000). *Acta Horticulturae*, v. 215, p. 225-230, 1987.  
 BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortScience*, v. 21, n. 5, p. 1105-1112, 1986.  
 BRADFORD, K.J.; HAIGH, A. M. Relationship between accumulated hydrothermal time during seed priming and subsequent seed germination rates. *Seed Science Research*, v. 4, n. 2, p. 63-69, 1994.  
 BRADFORD, K.J.; MAY, D.M.; HOYLE, B.J.; SHIBINSKI, Z.S.; SCOTT, S.J.; TYLER, K.B. Seed and soil treatments to improve emergence of muskmelon from cold or crusted soils. *Crop Science*, v. 28, p. 1001-1005, 1988.  
 BRADFORD, K.J.; STEINER, J.J.; TRAWATHA, S.E. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. *Crop Science*, v. 30, p. 718-721, 1990.  
 BRAY, C.M. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: KIGEL, J.; GALILI G. (eds). *Seed development and germination*, p. 767-789, Marcel Dekker, Inc., New York, NY, 1995.  
 BROCKLEHURST, P.A.; DEARMAN, J. A comparison of different chemicals for osmotic treatment of vegetable seed. *Annals of Applied Biology*, v. 105, p. 391-398, 1984.  
 BROCKLEHURST, P.A.; DEARMAN, J.; DREW, R.L.K. Effects of osmotic priming on seed germination and seedling growth in leek. *Scientia Horticulturae*, v. 215, p. 193-200, 1984.  
 BUJALSKI, W.; NIENOW, A.W.; GRAY, D. Establishing the large scale osmotic priming of onion seeds using enriched air. *Annals of Applied Biology*, v. 115, p. 171-176., 1993.  
 BUJALSKI, W.; NIENOW, A.W.; MAUDE, R.B.; GRAY, D. Priming responses of leek (*Allium porrum* L.) seeds to different dissolved oxygen levels in the osmoticum. *Annals of Applied Biology*, v. 122, n. 3, p. 569-577, 1993.  
 CANO, E.A.; BOLARIN, M.C.; PEREZ-ALFOCEA, F.; CARO, A. Effect of NaCl priming on increased salt tolerance in tomato. *Journal of Horticultural Science*, v. 66, n. 5, p. 621-628, 1991.

- CANTLIFFE, D.J.; ELBALLA, M. Improved germination of carrot at stressful high temperature by seed priming. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, v.107, p. 121-128, 1994.
- CANTLIFFE, D.J.; SHULER, K.D.; GUEDES, A.C. Overcoming seed thermodynamic in a heat sensitive romaine lettuce by seed priming. *HortScience*, v. 16, n. 2, p.196-198, 1981.
- CORBINEAU, F.; PICARD, M.A.; COME, D.; BABIK, I.; RUMPEL, J. Germinability of leek seeds and its improvement by osmopriming. *Acta Horticulturae*, v. 371, p. 45-52, 1994.
- CURRAH, I.E. Plant uniformity at harvest related to variation between emerging seedlings. *Acta Horticulturae*, v. 72, p. 57-68, 1978.
- DEARMAN, J.; DREW, R.L.K.; BROCKLEHURST, P.A. Effect of osmotic priming, rinsing and storage on the germination and emergence of carrot seed. *Annals of Applied Biology*, v. 111, p. 723-727, 1987.
- EIRA, M.T.S. Condicionamento osmótico de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.): efeitos sobre a germinação e desempenho sob estresses hídrico, salino e térmico. Piracicaba, ESALQ/USP, 1988. 90p. (Tese de mestrado).
- FINCH-SAVAGE, W.E.; GRAY, D.; DICKSON, G.M. The combined effects of osmotic Priming with plant growth regulator and fungicide soaks on the seed quality of five bedding plant species. *Seed Science & Technology*, v. 19, p. 495-503, 1991.
- FURUTANI, S.C.; ZANDSTRAM, B.H.; PRICE, H.C. The effects of osmotic solute composition and duration and temperature of priming on seed germination. *Seed Science & Technology*, v. 14, p. 545-551, 1986.
- GUEDES, A.C.; CANTLIFFE, D.J. Germination of lettuce seeds at high temperature after seed priming. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 105, p. 777-781, 1980.
- HEYDECKER, W.; HIGGIS, J.; GULLIVER, R.L. Accelerated germination by osmotic treatment. *Nature*, v. 246, p. 42-44, 1973.
- JETT, L.W.; WELBAUM, G.E. Osmotic and solid phase priming of broccoli seed. *Proceedings of the National Symposium for Stand Establishment in Horticultural Crops*, p. 73-82, 1992.
- KHAN, A.A. Preplant physiological seed conditioning. *Horticultural Reviews*, v. 13, p. 131- 181, 1992.
- KHAN, A.A.; KARSSSEN, C.M.; LEUE, E.F.; ROE, C.H. Preconditioning of seeds to improve performance. p. 395-413. In: T.K. SCOTT (ed.), *Plant Regulation and World Agriculture*. Plenum Press, New York, 1979.
- KHAN, A.A.; PECK, .H.; TAYLOR, A.G.; SAMINY, C. Osmoconditioning of beet seeds to improve emergence and yield in cold soil. *Agronomy Journal*, v. 75, p. 788-793, 1983.
- MURRAY, G.A. Osmoconditioning carrot seed for improved emergence. *HortScience*, v. 24, p. 701, 1989.
- NASCIMENTO, W.M.; WEST, S.H. Microorganism growth during seed priming. *Proceedings of Fifth National Symposium on Stand Establishment*, Columbus, OH, p.260-264, 1997.
- NASCIMENTO, W.M.; WEST, S.H. Priming and seed orientation affect seed coat adherence and seedling development of muskmelon transplants. *HortScience*, v. 33, n. 5, p. 847-848, 1998a.
- NASCIMENTO, W.M.; WEST, S.H. Muskmelon transplant production in response to seed priming. *HorTechnology* (in press), 1998b.
- ODELL, G.B.; CANTLIFFE, D.J. Seed priming procedures and the effect of subsequent storage on the germination of fresh market tomato seeds. *Proceedings of Florida State Horticultural Society*, v. 99, p. 303-306, 1986.
- OSBURN, R.M. & SCHROTH, M.N. Effect of osmopriming sugar beet seed on germination rate and incidence of *Pythium ultimum* damping-off. *Plant Disease*, v. 73, p. 21-24, 1989.
- PARERA, C.A.; QIAO, P.; CANTLIFFE, D.J. Enhanced celery germination at stress temperature via solid matrix priming. *HortScience*, v. 28, n. 1, p. 20-22, 1993.
- PARERA, C.A.; CANTLIFFE, D.J. Presowing seed priming. *Horticultural Reviews*, v. 16, p. 109-139, 1994.
- PASSAM, H.C.; KARAVITES, P.I.; PAPANDREOU, A.A.; THANOS, C.A.; GEORGHIU, K. Osmoconditioning of seeds in relation to growth and fruit yield of aubergine, pepper, cucumber and melon in unheated greenhouse cultivation. *Scientia Horticulturae*, v. 38, p. 217-216, 1989.
- PEREZ-GARCIA, F.; PITA, J.M.; GONZALEZ-BENITO, M.E.; IRIONDO, J.M. Effects of light, temperature and seed priming on germination of celery seeds (*Apium graveolens* L.). *Seed Science & Technology*, v. 23, n. 2, p. 377-383, 1995.
- PILL, W.G. Parsley emergence and seedling growth from raw, osmoconditioned, and pregerminated seeds. *HortScience*, v. 21, p.1134-1136, 1986.
- PILL, W.G. Low water potential and presowing germination treatments to improve seed quality. In: BASRA, A.S.(ed). *Seed quality - basic mechanisms and agricultural implications*, p. 319-359, Food Products Press, New York, 1995.
- PILL, W.G.; FRETT, J.J.; MORNEAU, D.C. Germination and seedling emergence of primed tomato and asparagus seeds under adverse conditions. *HortScience*, v. 26, n. 9, p. 1160-1162, 1991.
- RAO, S.C.; AKERS, S.W.; AHRING, R.M. Priming brassica seed to improve emergence Under different temperatures and soil moisture conditions. *Crop Science*, v. 27, p. 1050-1053, 1987.
- RENNICK, G.A.; TIERMAN, P.I. Some effects of osmopriming on germination, growth and yield of celery (*Apium graveolens*). *Seed Science & Technology*, v. 6, p. 695-700, 1978.
- RIVAS, M.; SUNDSTROM, F.J.; EDWARDS, R.L. Germination and crop development of hot pepper after seed priming. *HortScience*, v. 19, n. 2, p. 279-281, 1984.
- RUSH, C.M. Comparison of seed priming techniques with regard to seedling emergence and *Pythium* damping-off in sugar beet. *Phytopathology*, v. 81, n. 8, p. 878-882, 1991.
- SACCHS, M. Priming of watermelon seeds for low-temperature germination. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 102, n. 2, p. 175-178, 1977.
- SEALE, D.N.; CANTLIFFE, D.J. Improved stand establishment and yield of sand land grown lettuce by seed treatment and soil amendments. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, v. 99, p. 365-369, 1986.
- SMITH, P.T. COBB, B.G. Accelerated germination of pepper seed by priming with salt solutions and water. *HortScience*, v. 26, n. 4, p. 417-419, 1991.
- STOFFELLA, P.J.; DIPAOLO, M.L.; PARDOSSI, A.; TOGNONI, F. Seedling root morphology and shoot growth after seed priming or pregermination of bell pepper. *HortScience*, v. 27, p. 214-215, 1992.
- SZAFIROWSKA, A.; KHAN, A.A.; PECK, N.H. Osmoconditioning of carrot seeds to improve seedling establishment and yield in cold soil. *Agronomy Journal*, v. 73, p. 845-848, 1981.
- TAYLOR, A.G.; HADAR, Y.; NORTON, J.M.; KHAN, A.A.; HARMAN, G.E. Influence of presowing seed treatments of table beets on the susceptibility to damping-off caused by *Pythium*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 110, n. 4, p. 516-519, 1985.
- VALDES, V.M.; BRADFORD, K. J. Effects of seed coating and osmotic priming on the germination of lettuce seeds. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 112, n. 1, p. 153-156, 1987.
- VALDES, V.M.; BRADFORD, K. J.; MAYBERRY, K.S. Alleviation of thermodynamic in coated lettuce seeds by seed priming. *HortScience*, v. 20, n. 6, p. 1112-1114, 1985.
- WOLFE, D.W.; SIMS, W.L. Effects of osmoconditioning and fluid drilling of tomato seed on emergence rate and final yield. *HortScience*, v. 17, n. 6, p. 936-937, 1982.
- WURR, D.C.; FELLOWS, J.R. The effects of grading and priming seeds of crisp lettuce cv. Saladin, on germination at high temperature, seed vigor and crop uniformity. *Annals of Applied Biology*, v. 105, p. 345-352, 1984.