

Autor

Warley M. Nascimento
Eng. Agrônomo,
Ph.D. Fisiologia de
Sementes
Embrapa Hortaliças
Caixa Postal 218
Cep: 70359-970
Brasília-DF

Condicionamento Osmótico de Sementes de Hortaliças

Termos para Indexação: germinação, vigor, estabelecimento de plântulas, termoinibição

Index Terms: germination, vigor, stand establishment, thermoinhibition, seed priming

Introdução

A produção de sementes de alta qualidade genética, fisiológica, física e 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 estado 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, em que o alto custo enfatiza a necessidade de serem adotadas técnicas para se obter o máximo de emergência de cada semente. Assim, diferentes tipos de tratamentos de sementes têm sido desenvolvidos, dentre eles, o condicionamento osmótico.

O condicionamento osmótico (em Inglês, *seed priming*, *osmoconditioning*, *osmopriming*, *osmotic priming*) consiste de uma hidratação controlada das sementes, suficiente para promover atividades pré-metabólicas, sem contudo permitir a emissão da raiz primária. 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 de umidade inicial. Isto torna este tratamento vantajoso, uma vez que as sementes podem ser manuseadas e/ou armazenadas por períodos curtos (alguns meses). 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 aumentar a velocidade de germinação, melhorar a uniformidade das plântulas e alguns casos aumentar a percentagem de germinação, especialmente sob condições edafo-climáticas adversas. A resposta obtida pelo tratamento tem variado entre espécies, cultivares e mesmo entre lotes de uma mesma espécie ou cultivar.

Esta publicação destina-se aos técnicos envolvidos em tecnologia de sementes, e teve por objetivos revisar os aspectos relacionados com o

condicionamento osmótico de sementes de hortaliças, e considerar alguns aspectos práticos para a obtenção do sucesso dessa técnica.

Efeitos benéficos do condicionamento osmótico

Diversos benefícios do condicionamento osmótico já foram relatados:

a) **Maior probabilidade de se obter uma melhor emergência, particularmente em condições de estresse, como déficit hídrico ou temperatura inadequada:** sabe-se que a temperatura exerce um importante papel durante a germinação das sementes. Dependendo da exigência de cada espécie, cultivar ou lote, temperaturas muito baixas ou muito altas afetarão a germinação. Tem-se observado um melhor desempenho das sementes condicionadas quando incubadas em temperaturas sub ou super-ótimas para diferentes espécies, como aipo, alface, alho-porró, beterraba, brássicas, cenoura, espinafre, melancia, melão (Figura 1), milho-doce, pimenta, tomate, dentre outras. Especialmente em alface, tem-se obtido excelentes resultados em relação à superação da termo-inibição e/ou da termo-dormência (Figura 2);

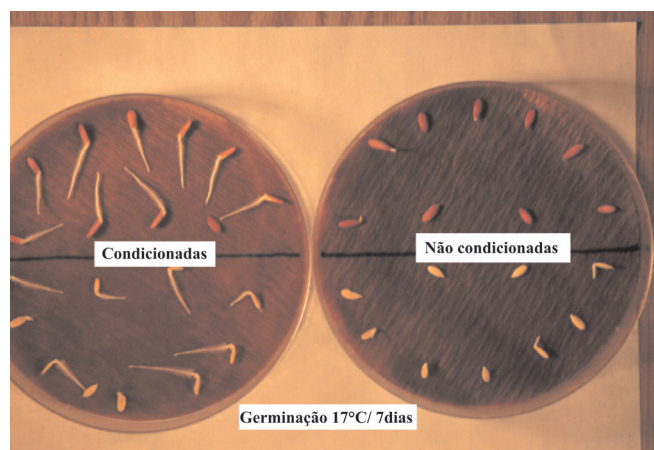


Fig. 1. Germinação de sementes de melão osmocondicionadas (esquerda) e não condicionadas (direita) a 17°C.



Fig. 2. Plantas de alface oriundas de semeadura direta utilizando sementes osmoticamente condicionadas (esquerda) e não condicionadas (direita) durante o verão.

- b) **Maior uniformidade de germinação e emergência:** a execução dos tratos culturais e da colheita são facilitados em função da maior uniformidade no desenvolvimento das plântulas.
- c) **Maior velocidade na germinação:** o 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;
- d) **Melhoria da emergência das plântulas em solos com alta concentração salina:** este fator tem se tornado limitante para a produção agrícola, especialmente em regiões áridas ou semi-áridas;
- e) **Minimizar o efeito de microorganismos causadores de tombamento “damping-off”:** fungos de solo, como *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* e *Fusarium*, são parcialmente controlados através da maior velocidade de germinação, melhorando assim a emergência das plântulas em campo;
- f) **Minimizar os problemas relacionados com a aderência do tegumento (testa) aos cotilédones durante a emergência,** principalmente nas cucurbitáceas: os tegumentos aderidos às plântulas podem retardar e/ou prejudicar o desenvolvimento durante a produção de mudas.

Fatores que afetam o condicionamento osmótico

Vários fatores afetam a técnica do condicionamento osmótico, tais como o tipo de solução osmótica, o potencial osmótico, a temperatura, o período de embebição, a aeração, a luz e a secagem das sementes. Além disso, a qualidade inicial das sementes, bem como as condições de armazenamento, afetam o sucesso do tratamento.

Solução Osmótica

São soluções contendo sais ou outros produtos químicos onde as sementes ficarão embebidas durante o condicionamento. Estes produtos químicos visam a regulação do potencial osmótico da solução, reduzindo assim a entrada de água nas sementes, e não permitindo que as mesmas germinem durante o condicionamento. A [Tabela 1](#) apresenta alguns exemplos de compostos químicos utilizados no condicionamento osmótico em diversas hortaliças. Soluções salinas permitem uma melhor aeração da solução, e são facilmente removidas das sementes durante a lavagem. Em alguns casos, os sais são absorvidos e penetram nas sementes e prejudicam a germinação. Não se tem obtido diferenças significativas quanto às diversas soluções salinas, sendo o mais importante o potencial osmótico utilizado. O polietileno glicol (PEG) tem a vantagem de ser um produto inerte que não penetra nas sementes. Como desvantagem, não permite uma aeração uniforme na solução, apresenta certa dificuldade de remoção após o tratamento, e é um produto de custo elevado. A diferença na resposta do tratamento utilizando soluções salinas ou de PEG irá depender da espécie. Por exemplo, a resposta da germinação de sementes condicionadas de melão por diferentes soluções osmóticas são apresentadas na Figura 3. A adição de algumas substâncias, como reguladores de crescimento, fungicidas e outras durante o processo pode beneficiar a qualidade das sementes em algumas espécies. Os reguladores de crescimento, como giberelinas ou etileno, favorecem a germinação em determinadas condições.

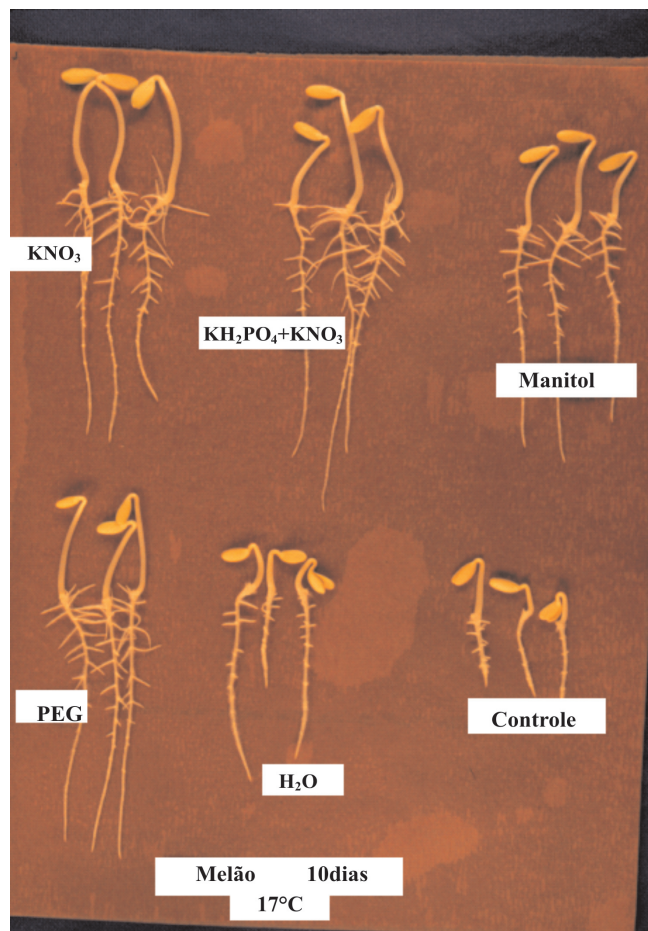


Fig. 3. Germinação a 17°C de sementes de melão condicionadas em diferentes soluções osmóticas aeradas ou em água, por seis dias, no escuro. Controle = sementes não condicionadas.

Potencial Osmótico

A adequação do potencial osmótico é muito importante no sucesso do condicionamento osmótico. Um potencial osmótico negativo próximo de zero (água pura), pode permitir uma germinação das sementes durante o processo. O potencial osmótico da solução nas diferentes espécies tem variado de 0,5 a 2,0 MPa. Em soluções osmóticas de PEG, o potencial osmótico varia de acordo com a temperatura. Existem equipamentos (osmômetro, por exemplo) que medem o potencial osmótico das soluções.

Temperatura

Temperaturas mais baixas do que o ótimo para germinação diminuem o metabolismo das sementes inibindo a germinação durante o processo, e devem ser preferencialmente utilizadas. Baixas temperaturas podem ainda

inibir o aparecimento de microorganismos durante o tratamento. A temperatura pode também influenciar a duração do tratamento, pois temperaturas mais altas permitem uma redução no período de embebição das sementes. A temperatura geralmente utilizada durante o condicionamento osmótico ([Tabela 1](#)) tem sido aquela utilizada para a germinação das sementes, isto é, com algumas exceções, entre 15 e 25°C.

Período de Embebição

O período requerido para a embebição das sementes varia de 2 a 21 dias dependendo da espécie, temperatura e outros fatores ([Tabela 1](#)). Períodos muito curtos podem não permitir o sucesso do tratamento, enquanto períodos muito prolongados podem favorecer a germinação durante o tratamento, além de prejudicar o vigor das sementes.

Aeração

A aeração da solução é importante, uma vez que adequado suprimento de oxigênio deve estar disponível durante o processo de germinação das sementes, embora a resposta à aeração irá depender da espécie e da solução osmótica. Geralmente soluções de PEG requerem a utilização de aeração, visto que a maior viscosidade causa uma diminuição de permeabilidade ao oxigênio. A aeração pode ainda diminuir a duração do tratamento. Compressores ([Figura 5](#)) ou bombas de aquário ([Figura 6](#)) tem sido utilizados no fornecimento de ar à solução osmótica durante o condicionamento.

Luz

Em geral, as sementes que necessitam de luz para germinar a requerem também durante a embebição. Assim, para estas espécies, luz artificial (geralmente provida pelas incubadoras) deve ser fornecida durante o condicionamento osmótico. A iluminação, tanto de fonte natural ou artificial (fluorescente fria e branca, com uma intensidade de 750 a 1250 lux) durante no mínimo 8 horas por dia, atende às exigências da maioria das espécies.

Secagem

A operação de secagem das sementes após o tratamento merece bastante atenção. A

temperatura de secagem e a velocidade de desidratação das sementes são fatores críticos na manutenção da qualidade das sementes. Geralmente, a secagem deve ser conduzida sob baixas temperaturas (5-15°C) e baixa umidade do ar (40%), devendo assim, ser lenta (2 a 3 dias). Podem ainda ser utilizadas soluções salinas saturadas ou secadores com ar forçado. O grau de umidade final das sementes deve ser aquele recomendado para cada espécie e de acordo com a embalagem a ser utilizada. Para a maioria das sementes de espécies olerícolas, umidade entre 5 e 7 % é recomendada para o acondicionamento em embalagens impermeáveis.

Qualidade das Sementes

Um outro fator que poderá afetar a resposta do tratamento é a qualidade da semente. Tem-se sugerido o uso de sementes de alto vigor como pré-requisito para se obter um bom resultado. Entretanto, o condicionamento osmótico tem “revigorado” certos lotes de sementes de baixa qualidade fisiológica. O sucesso do tratamento depende ainda da maturidade fisiológica das sementes em algumas espécies, onde as sementes mais imaturas terão um maior benefício do tratamento. Sementes isentas de microorganismos também devem ser utilizadas, uma vez que as condições estabelecidas durante o condicionamento contribuem para a proliferação de fungos e bactérias ([Figura 4](#)). Neste sentido, a adição prévia de desinfetantes ou fungicidas às sementes ou durante a embebição das mesmas torna-se uma prática recomendável.

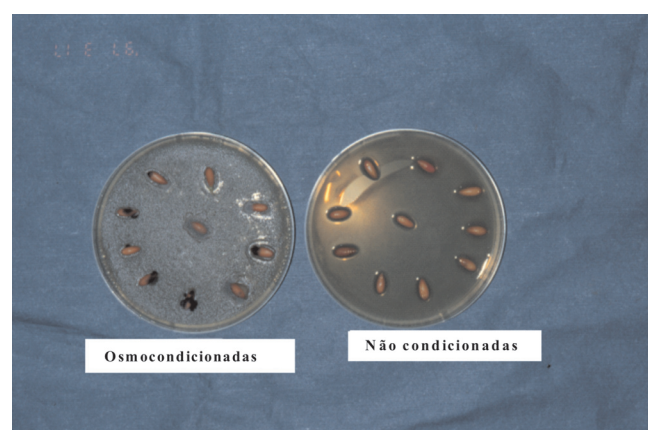


Fig. 4. Incidência de microorganismos em meio de cultura. Sementes osmocondicionadas (esquerda) e não condicionadas (direita).

Armazenamento

Após o tratamento e secagem, as sementes são embaladas e armazenadas. As condições, bem como o tempo de armazenamento, irão influenciar a qualidade das sementes após o tratamento. As sementes devem ser armazenadas sob ótimas condições de armazenamento para a espécie em questão. Sabe-se ainda que as sementes osmoticamente condicionadas deterioram-se mais facilmente comparadas com as sementes não condicionadas. Recomenda-se, portanto, a utilização quase que imediata das sementes após o tratamento, ou no máximo até seis meses após o mesmo.

Sistema prático para o condicionamento osmótico

O sistema utiliza uma incubadora (Figuras 5 e 6), podendo ser empregado ainda salas aclimatadas ou outro local com controle de temperatura, permitindo assim a obtenção de temperaturas constantes e adequadas para cada espécie. Iluminação artificial deve ser fornecida, caso a espécie necessite de luz para

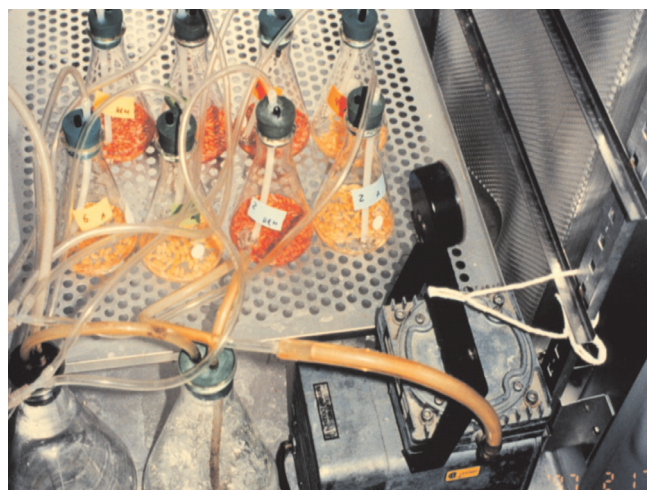


Fig. 5. Técnica do condicionamento osmótico sob condições de laboratório em incubadoras, na ausência de luz artificial, e utilizando aeração provida por meio de compressor.

germinar. As sementes são colocadas em frascos ou tubos juntamente com a solução osmótica devidamente preparada. Geralmente utiliza-se a relação 1:10 (volume semente: volume solução). Uma bomba de aquário ou um pequeno compressor é utilizado para fornecer a aeração da solução. Uma tubulação principal leva o ar e distribui em pequenas mangueiras de plástico, as quais são colocadas em cada tubo ou frasco contendo a solução osmótica e

Tabela 1. Compostos químicos, temperaturas e duração da embebição utilizados no condicionamento osmótico em sementes de diversas hortalças^{1/}.

Espécie	Compostos químicos	Temperatura (°C)	Duração (dias)
Alface	PEG ^{2/} ; K ₃ PO ₄	15	1 - 3
Aipo	PEG ; Glicerol ; K ₂ HPO ₄	15 - 20	7 - 29
Aspargo	PEG ; NaNO ₃	20	7
Berinjela	PEG ; Manitol	20	4 - 12
Beterraba	PEG ; MgSO ₄ ; NaCl	10 - 22	4 - 21
Brócolos	PEG	10 - 20	1 - 21
Cebola	PEG ; Manitol ; Glicerol ; K ₂ HPO ₄ ; K ₃ PO ₄ ; KNO ₃ ; NaCl	9 - 21	4 - 21
Cenoura	PEG ; Glicerol ; K ₂ HPO ₄ ; K ₃ PO ₄ ; KNO ₃	10 - 20	1 - 21
Ervilha	PEG	15	4 - 8
Espinafre	PEG	10	7 - 14
Melão	PEG ; Manitol ; NaCl ; KNO ₃ ; KH ₂ PO ₄ + KNO ₃	25	3 - 6
Melancia	KNO ₃	30 - 35	1 - 8
Pimentão	PEG ; Manitol ; CaCl ; Na ₂ SO ₄ ; MgSO ₄	15 - 29	3 - 6
Repolho	PEG	15	7
Salsa	PEG	15	21
Tomate	PEG ; Manitol ; Glicerol ; K ₂ HPO ₄ ; K ₃ PO ₄ ; KNO ₃ ; NaCl	15 - 29	3 - 7

^{1/} As informações desta tabela foram extraídas de diferentes citações bibliográficas.

^{2/} PEG = Polietileno glicol. Os produtos são utilizados separadamente, podendo, em algumas soluções salinas, se fazer misturas de diferentes compostos.



Fig. 6. Técnica do condicionamento osmótico sob condições de laboratório em incubadoras, na presença de luz artificial e aeração provida por meio de bomba de aquário.

sementes ([Figura 7](#)). Devem ser colocados filtros ou telas (filós) nas extremidades das mangueiras para evitar o entupimento das mesmas pelas sementes. A entrada de ar pela base do tubo ou frasco faz com que as sementes circulem dentro dos mesmos, uniformizando o tratamento. A parte superior do tubo ou frasco deve ser vedada com uma rolha perfurada, reduzindo assim a evaporação da solução mas permitindo a circulação de ar.

O ar deve ser umedecido previamente pela passagem dentro de um frasco com água destilada. Recomenda-se trocar a solução a cada dois ou três dias. No final do período de embebição, as sementes são retiradas da solução e lavadas em água corrente por alguns minutos, ventiladas para retirar a umidade superficial, e colocadas imediatamente para secar. A [Figura 8](#) apresenta um fluxograma da técnica do condicionamento osmótico de sementes.

Em determinadas situações, algumas sementes podem germinar durante o período de embebição na solução osmótica, o que vem a prejudicar o tratamento. Caso isso ocorra, as sementes devem ser eliminadas, uma vez que após a emissão da radícula, as sementes não apresentam tolerância à dessecação por ocasião da secagem. Para corrigir o problema, deve-se ajustar um ou mais dos seguintes fatores:

- a) reduzir o potencial osmótico da solução;
- b) reduzir a temperatura;
- c) reduzir o período de duração da embebição;
- d) reduzir a aeração;
- e) reduzir a relação volume de semente: volume da solução (ou seja, colocar mais solução).

Aplicação comercial do condicionamento osmótico de sementes

A utilização comercial do condicionamento osmótico e conseqüentemente a disponibilidade de sementes condicionadas para os produtores é ainda relativamente baixa. Uma das razões para o uso pouco frequente destas sementes é a inconsistência dos resultados obtidos até o momento pelo condicionamento osmótico, devido a um grande número de fatores já discutidos anteriormente. Além disso, o processo, quando realizado em escala comercial, difere daquele realizado em condições de laboratório, feito sob condições mais controladas; assim, a resposta ao tratamento poderá ser completamente diferente. 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, também devem ser observadas. A seguir, algumas recomendações práticas serão abordadas com relação a escolha da metodologia deste tratamento:

- a) Testar a germinação do lote de sementes em diferentes temperaturas, e a temperatura mais indicada será aquela utilizada no condicionamento osmótico;
- b) Verificar o tempo necessário para

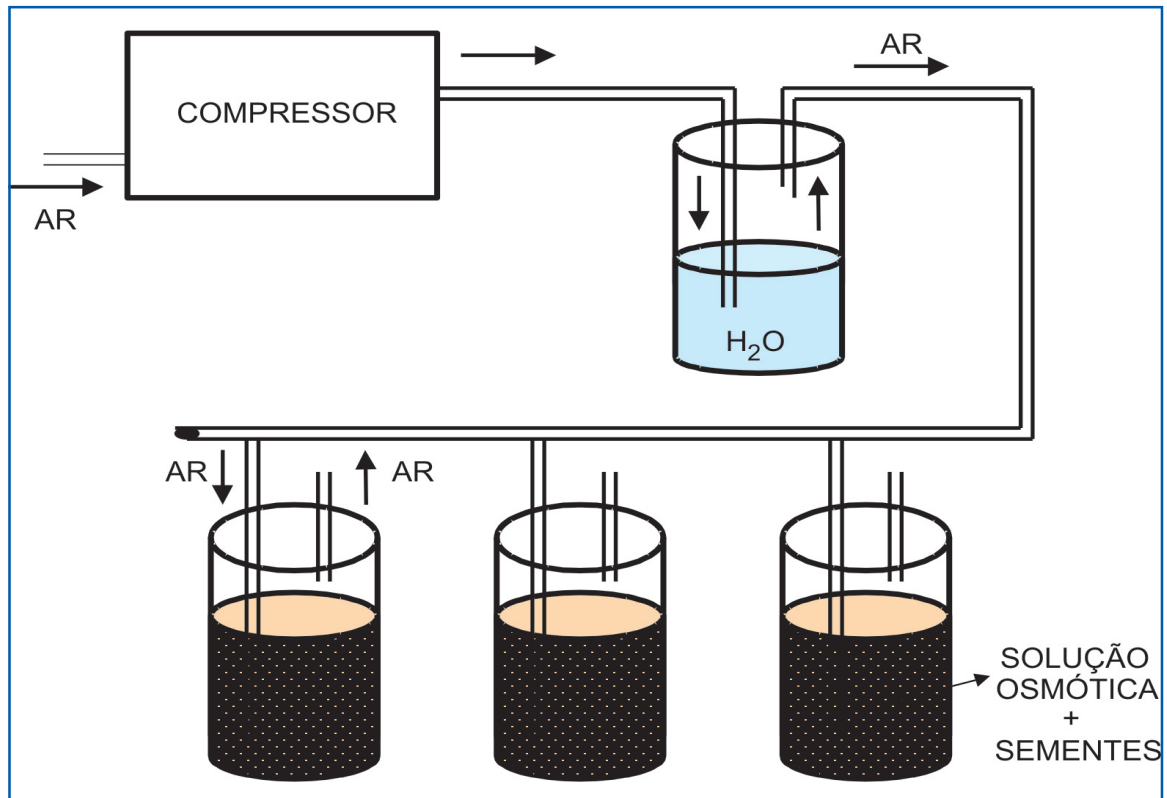


Fig. 7. Modelo esquemático do condicionamento utilizando solução osmótica aerada por meio de compressor.

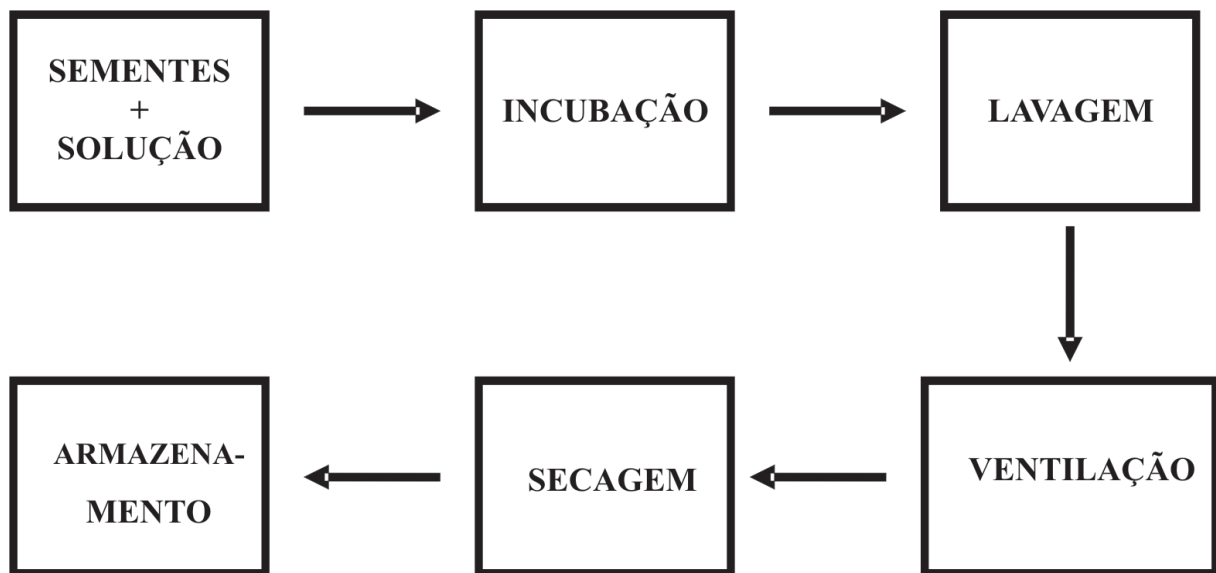


Figura 8. Fluxograma da técnica do condicionamento osmótico de sementes de hortaliças.

- germinação visando uma melhor adequação da duração do período de embebição durante o condicionamento;
- c) Escolher a solução osmótica (PEG ou salina) adequada para a espécie em questão;
- d) Testar o melhor potencial osmótico (através de um osmômetro), variando de -0,8MPa a -

- 1,6 MPa;
- e) Submeter, após cada ensaio, as sementes ao teste de germinação, verificando-se a velocidade e a porcentagem total de germinação. As sementes podem ainda ser expostas às condições adversas, como temperatura, déficit hídrico, salinidade, etc;

- f) Os resultados deste (s) teste(s) irão indicar a eficiência e a escolha da melhor metodologia para o condicionamento osmótico do lote de sementes.

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 possa ser onerosa, tanto de vista 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 consultada

- AGRIOS, G.N. *Plant Pathology*, 3rd ed., San Diego: Academic Press, 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.
- ALI, A.V.; SOUZA MACHADO, V. ; HAMILL, A.S. Osmoconditioning of tomato and onion seeds. *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.
- ATHERTHON, J.G. & FARRQUE, A.M. High temperature and germination in spinach. II. Effects of osmotic priming. *Scientiae 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. & G. GALILI (eds). *Seed development and germination*, New York: Marcel Dekker, Inc., 1995. p. 767-789

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. and 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, 1989.

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, M. 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 thermodormancy 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).

FINGH-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 Society*, 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. In: T.K. SCOTT (ed.). *Plant Regulation and World Agriculture*. New York: Plenum Press, 1979. p. 395-413.

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.

MCDONALD, M.B. Seed priming. In: BLACK, M. & BEWLWY, J.D. (eds.). *Seed Technology and its Biological Basis*. Boca Raton: CRC Press LLC, 2000. p. 287-325.

NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortalças: potencialidades e implicações. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 16, n. 2, p. 106-109, 1998.

NASCIMENTO, W.M. Utilização do condicionamento osmótico de sementes de melão e tomate visando a germinação em baixa temperatura. *Informativo Abrates*, Curitiba, v.9, n.1/2, p.37, 1999.

NASCIMENTO, W.M. Germinação de sementes de melão osmoticamente condicionadas durante o armazenamento. *Revista Brasileira Sementes*, v.24, n.1, p.158-161, 2002.

NASCIMENTO, W.M. Muskmelon seed priming in response to seed vigor. *Scientia Agrícola* v.61, n.1, p.114-117, 2004.

NASCIMENTO, W.M.; ARAGÃO, F.A.S. Muskmelon seed germination and seedling development in response to seed priming. *Scientia Agrícola*, v.60, n.1, p.71-75, 2003.

NASCIMENTO, W.M. Sementes de melão osmoticamente condicionadas: vale a pena utilizá-las? *Horticultura Brasileira*, v.20, n.2, p.133-135, 2002.

NASCIMENTO, W.M.; ARAGÃO, F.A.S. Condicionamento osmótico de sementes de melão: absorção de água e germinação em diferentes temperaturas. *Revista Brasileira Sementes*, v.24, n.1, p.153-157, 2002.

NASCIMENTO, W.M. ; CANTLIFFE, D.J. Germination of primed lettuce seeds after storage. *Proceedings of Florida State for Horticultural Society*, v.111, p.96-99, 1998.

NASCIMENTO, W.M.; WEST, S.H. Microorganism growth during muskmelon seed priming. *Seed Science & Technology*, v.26, p.531-534, 1998.

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, 1998.

NASCIMENTO, W.M. & WEST, S.H. Muskmelon transplant production in response to seed priming. *HorTechnology*, v. 9. n. 1, p.53-55, 1999.

NASCIMENTO, W.M. & WEST, S.H. Drying during muskmelon (*Cucumis melo* L.) seed priming and its effects on seed germination and deterioration. *Seed Science and Technology*, v. 28, p. 211-215, 2000.

NASCIMENTO, W.M.; CANTLIFFE, D.J. & HUBER, D.J. Endo-b-mannanase activity and seed germination of thermosensitive and thermotolerance lettuce genotypes in response to seed priming. *Seed Science Research*, v.11, p.255-264, 2001.

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*, New York: Food Products Press, 1995. p.319-359

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.

STOFFELA, P.J.; DIPOLA, 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 thermodormancy 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.

**Circular
Técnica, 33**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Hortaliças
Endereço: BR 060 km 9 Rod. Brasília-Anápolis
Caixa Postal 218 - 70.539-970 - Brasília-DF
Fone: (61) 3385-9009
Fax: (61) 3385-9042
E-mail: sac.hortalicas@embrapa.br

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

1ª edição
1ª impressão (2004): 1000 exemplares

**Comitê de
Publicações**

Presidente: Gilmar P. Henz
Secretária-Executiva: Sulamita T. Braz
Editor Técnico: Paulo Eduardo de Melo
Membros: Nuno Rodrigo Madeira
Miriam Josefina Baptista
Alice Maria Quezado Duval

Expediente

Supervisora editorial: Paula A. Cochrane
Fotos: Warley M. Nascimento
Editoração eletrônica: José Miguel dos Santos