

Condicionamento fisiológico em sementes de pimentão¹

Physiological conditioning in sweet pepper seeds

Ana Lúcia Pereira Kikuti², Hamilton Kikuti³ e Keigo Minami⁴

RESUMO

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba-SP, de agosto a dezembro de 2003, com o objetivo de avaliar a eficiência do condicionamento fisiológico com o uso do nitrato de potássio em sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.). Os tratamentos foram compostos por sementes imersas em soluções de -1,2 MPa e de -1,5 MPa de nitrato de potássio (KNO₃), sementes não imersas em solução (testemunha) e sementes embebidas com solução de -1,1 MPa de polietilenoglicol 6000 (PEG 6000). Para cada concentração de KNO₃, os tempos de imersão foram três, seis e nove dias. O tratamento com PEG 6000 constou da colocação das sementes sobre folhas de papel mata-borrão umedecidas com a solução durante oito dias. As sementes foram avaliadas por meio dos testes de germinação, velocidade de germinação, germinação a baixa temperatura e envelhecimento acelerado. O condicionamento com KNO₃ é eficiente para melhorar o desempenho de sementes de pimentão.

Termos para indexação: osmocondicionamento, semente, *Capsicum annuum* L.

ABSTRACT

This study was carried out in the Seed Technology Laboratory, Crop Production Department of the Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” in Piracicaba, São Paulo State, Brazil, from August to December, 2003, aiming to evaluate the efficiency of the physiological conditioning with potassium nitrate on sweet pepper seeds (*Capsicum annuum* L.). The treatments consisted of seeds soaked in solutions of -1.2 MPa and -1.5 MPa of potassium nitrate (KNO₃), not soaked seeds (control samples), and seeds soaked in -1.1 MPa of polyethylene glycol 6000 (PEG 6000) solution. The soaking times for each concentration of KNO₃ were three, six, and nine days. For the PEG 6000 treatment, seeds were placed over blotting-paper sheets moistened with the solution for eight days. Seeds were evaluated through germination test, seed germination speed, seed germination under low temperature, and seed accelerated aging. Conditioning with KNO₃ improved the germination performance of the seeds of sweet pepper.

Index terms: osmotic conditioning, seeds, *Capsicum annuum* L.

¹ Recebido para publicação em 19/05/2004.

Aprovado em 06/01/2005.

² Eng. Agrônomo, M.Sc., doutoranda em Fitotecnia ESALQ/USP, SP, alkikuti@esalq.usp.br

³ Eng. Agrônomo, D.Sc., Prof. do Curso de Agronomia, UNIDERP, MS

⁴ Eng. Agrônomo, D.Sc., bolsista do CNPq, Prof. do Dep. de Produção Vegetal, ESALQ/USP, SP

Introdução

O elevado custo das sementes de olerícolas, bem como o aumento da adoção das tecnologias disponíveis por parte dos produtores comerciais, faz com que as exigências dos olericultores se tornem cada vez maiores nos aspectos ligados à qualidade das sementes adquiridas. Com isso, as empresas têm investido cada vez mais no controle de qualidade, buscando técnicas que assegurem a produção de sementes de alta qualidade.

Vários métodos têm sido desenvolvidos na tentativa de maximizar a qualidade das sementes. Técnicas visando à redução do tempo entre a germinação e a emergência de plântulas foram relacionadas por Heydecker e Coolbear (1977). Dentre estas, a técnica do condicionamento fisiológico tem sido considerada promissora, sendo utilizada principalmente para sementes de olerícolas e floríferas, uma vez que apresentam elevado valor comercial e propensão à deterioração. Sementes dessas espécies podem ser condicionadas visando à redução do período de germinação e emergência de plântulas especialmente dentro de condições adversas (Bruggink et al., 1999).

A técnica envolve o controle da hidratação das sementes, suficiente para ativar os processos preparatórios essenciais à germinação, sem permitir a emergência da raiz primária (Pill, 1995). Assim, por ocasião da semeadura, ocorrerá uma germinação mais rápida das sementes, diminuindo seu período de exposição às condições desfavoráveis.

Um grande número de agentes osmóticos têm sido usados nessa técnica, incluindo os açúcares (manitol, sorbitol), polietilenoglicol, glicerol e os sais (KNO_3 , K_3PO_4 , KH_2PO_4 , NaCl) e outras soluções salinas (Bradford, 1986; Khan et al., 1992; Parera e Cantliffe, 1995).

O tipo de solução osmótica utilizada pode influenciar no sucesso da técnica, sendo que o melhor agente osmótico varia entre as espécies (Welbaum et al., 1998). O uso de soluções salinas tem gerado bons resultados em sementes cujo embrião é circundado por uma camada de tecido semipermeável, como as de melão (*Cucumis melo* L.), tomate (*Lycopersicon lycopersicum*), alface (*Lactuca sativa* L.) e pimentão (*Capsicum annum*). Essa camada permite a subida da água, mas previne a difusão de solutos (Taylor et al., 1997).

Para Nerson e Govers (1986), a utilização de compostos contendo nitrato pode ser mais eficiente

quando comparada ao uso de outros sais como agentes osmóticos. Dentre esses compostos, destaca-se o nitrato de potássio (KNO_3) que pode ter função adicional como fonte de potássio e nitrogênio para a semente em processo de germinação (Trigo et al., 1999).

De outra forma, sementes de pimentão condicionadas em Polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) sobre papel apresentaram melhor desempenho que sementes condicionadas em solução aerada de PEG 6000, KNO_3 e PEG 6000 + KNO_3 (Roveri-José et al., 2000). No entanto, esse mesmo autor relata que o condicionamento realizado em solução aerada de KNO_3 melhora o desempenho das sementes, tendo a vantagem de ser mais viável para aplicação comercial.

Muitos outros fatores têm influência sobre a técnica, dentre eles destaca-se a temperatura, sendo geralmente utilizada aquela ótima para a germinação das sementes (Nascimento, 1998). A duração do tratamento e o potencial osmótico da solução também têm grande importância para a eficiência do tratamento (Smith e Cobb, 1991; Nascimento, 1998).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência do condicionamento fisiológico com o uso do nitrato de potássio sobre o desempenho de sementes de pimentão.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" em Piracicaba-SP.

Foram utilizadas sementes de pimentão do cultivar Cascadura Ikeda safra 2001/2002, tratadas com Captan 750 {N-[(triclorometil)tio]-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida}. A amostra foi dividida em 8 subamostras de 12 g, com 6 delas imersas em 600 mL de solução de KNO_3 (preparada com água destilada), sendo 3 subamostras imersas na concentração de -1,2 MPa por períodos distintos de 3, 6 e 9 dias e 3 na de concentração de -1,5 MPa por iguais períodos de imersão. As sementes foram incubadas no escuro e com aeração constante, realizada por meio de bombinhas comumente utilizadas em aquário, à temperatura de 25°C. Foram utilizados dois tratamentos adicionais: sementes sem tratamento algum (testemunha) e sementes tratadas com PEG 6000. O tratamento com PEG 6000 foi realizado colocando-se as sementes em caixas plásticas, sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com

solução de PEG 6000 a -1,1 MPa, na quantidade de três vezes o peso do papel, à temperatura de 25°C, no escuro, por 8 dias.

Após cada período de imersão, as sementes foram lavadas em água corrente, por três minutos e colocadas sobre papel toalha, fazendo-se a secagem da água superficial das sementes. Em seguida, foram deixadas sobre papel toalha por 40 minutos, retirando-se uma subamostra para a determinação do grau de umidade. Posteriormente, estas sementes foram dispostas dentro de bandejas forradas com papel toalha e colocadas em câmara a 20°C e 45% de umidade relativa, durante quatro dias para secagem e, então, submetidas aos testes para avaliação da qualidade, através da determinação das seguintes variáveis:

- a) **grau de umidade** - realizado após cada período de incubação em solução salina ou PEG e após a secagem das sementes, utilizando-se duas subamostras de 100 sementes, colocadas em estufa regulada a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, onde permaneceram por 24 horas de acordo com Brasil (1992);
- b) **germinação** - quatro subamostras de 50 sementes foram colocadas em caixas plásticas tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,5 cm), sobre duas folhas de papel mata borrão umedecidas com água na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel e colocadas para germinar à temperatura alternada de 20-30°C, sob regime de luz alternada, sendo 16 horas de escuro e oito horas de luz, correspondendo a utilização da luz à temperatura mais elevada. A contagem do número de plântulas normais foi realizada aos 14 dias após a semeadura;
- c) **primeira contagem de germinação** - constou do registro da porcentagem de plântulas normais, ocorridas no décimo dia após a implantação do teste de germinação;
- d) **índice de velocidade de germinação** - esse teste foi realizado conjuntamente com o teste de germinação, sendo realizadas contagens diárias do número de plântulas normais, calculando-se o índice pela fórmula de Maguire (1962);
- e) **germinação a baixa temperatura** - esse teste foi conduzido de forma semelhante ao teste de germinação, utilizando-se germinador regulado a 15°C constante, sendo a contagem do número de plântulas normais realizada aos 30 dias após a semeadura; e
- f) **envelhecimento acelerado** - conduzido conforme metodologia proposta por Marcos Filho (1999),

utilizando-se caixas plásticas tipo gerbox com 40 mL de água destilada, contendo 420 sementes cada uma, as quais foram mantidas em incubadora durante 72 h a 41°C. Ao final desse período as sementes foram submetidas ao teste de germinação, sendo a contagem realizada aos 10 dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial $2 \times 3 \times 2$, sendo duas concentrações de KNO_3 (-1,2 e -1,5 MPa), três tempos de imersão (3, 6 e 9 dias), com dois tratamentos adicionais (testemunha e sementes embebidas em PEG 6000 a -1,1 MPa). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Conforme resultados da análise de variância apresentados na Tabela 1, as concentrações de KNO_3 não apresentaram efeitos significativos ao nível de 5% de probabilidade para os parâmetros avaliados. O tempo de condicionamento influenciou significativamente na porcentagem de plântulas normais obtidas no teste de primeira contagem de germinação e no índice de velocidade de germinação. Houve efeito significativo da interação concentração de KNO_3 versus tempo de imersão na primeira contagem do teste de germinação e na última contagem do teste de germinação a 5% de probabilidade. Também foi verificado efeito significativo para os tratamentos adicionais e para a interação adicionais versus fatorial, em todos os parâmetros avaliados, exceto para germinação.

Quanto ao grau de umidade, não foi realizada análise estatística, mas observaram-se maiores percentuais nas sementes embebidas por três dias em solução de KNO_3 , em ambos os potenciais osmóticos, situando-se, em média, em torno de 48% (Tabela 2).

Após três dias de embebição, reduziu-se o grau de umidade das sementes em ambos os potenciais osmóticos, situando-se, aos nove dias, em torno de 32%, comparável ao tratamento com PEG, cuja determinação foi realizada aos oito dias após incubação na solução, sem emissão da raiz primária durante esse período. Lanteri et al. (1996) encontrou grau de umidade atingido por sementes de pimentão condicionadas a 20°C, em PEG 6000 a -1,1 e -1,5 MPa, entre 37 e 30%, respectivamente, sem germinação durante os 14 dias de tratamento.

Tabela 1 - Parâmetros estatísticos da análise de variância dos testes para avaliação da qualidade de sementes de pimentão Ikeda Cascadura, submetidas ou não a três tempos de embebição em duas concentrações de solução osmótica de KNO₃ ou em PEG 6000. Piracicaba, 2003.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios				
		IVG	PCG	G	GBT	EA
Concentrações de KNO ₃ (A)	1	0,209 ns	60,167 ns	80,667 ns	48,167 ns	0,667 ns
Tempo de condicionamento (B)	2	6,204 **	1.508,667 **	129,500 ns	109,500 ns	136,167 ns
Interação AxB	2	0,453 ns	252,667*	263,167 *	71,167 ns	38,167 ns
Adicionais	1	2,680 **	1.800,000**	40,500 ns	3.872,000**	392,000 **
Adicionais vs. Fatorial	1	2,392 **	938,982 **	162,982 ns	630,982*	358,500 **
Resíduo	24	0,174	61,458	57,292	106,375	44,750
CV (%)		11,570	15,980	11,120	19,620	13,690

ns = não significativo; ** = significativo a 1%; * = significativo a 5%, pelo teste F; IVG = índice de velocidade de germinação; PCG = primeira contagem do teste de germinação; G = germinação; GBT = germinação a baixa temperatura; EA = envelhecimento acelerado.

Tabela 2 - Valores médios (%) do grau de umidade de sementes de pimentão após secagem ou condicionamento osmótico em KNO₃ nas concentrações de -1,2 e -1,5 MPa em diferentes períodos ou em PEG 6000 a -1,1 MPa. Piracicaba, 2003.

Período	Tratamentos						PEG 6000
	KNO ₃ -1,2 MPa			KNO ₃ -1,5MPa			
	3 dias	6 dias	9 dias	3 dias	6 dias	9 dias	
Após condicionamento	48,5	44,5	33,1	47,9	35,8	30,7	31,8
Após secagem	8,1	8,2	8,3	8,4	8,1	8,3	7,2

Após a secagem das sementes, o teor de água foi novamente determinado, antes do início dos testes para avaliação da viabilidade e vigor. Para os tratamentos com KNO₃, o teor de água estava em torno de 8%, diferindo do tratamento com PEG e da testemunha, que apresentavam em média 7% de água. A uniformidade no teor de água das sementes é essencial para obtenção de resultados mais consistentes nos testes a serem efetuados. No entanto, diferenças de um a dois pontos percentuais entre amostras, não são comprometedoras (Marcos Filho, 1999).

À medida que se aumentou o tempo de imersão das sementes nas soluções de KNO₃ em ambos os potenciais osmóticos (-1,2 MPa e -1,5 MPa), foi observada uma maior velocidade de germinação das sementes. O tempo de 9 dias de condicionamento foi superior ao de 6 dias, que foi superior ao de 3 dias, apresentando valores de 4,51; 3,76 e 2,76 de índice de velocidade de germinação, respectivamente.

Esse resultado é semelhante ao obtido por Smith e Cobb (1991), os quais observaram correlação negativa entre a duração do condicionamento osmótico (K₂SO₄ ou Na₂SO₄ a -1,1 MPa) e o tempo para que ocorra 50% de germinação em sementes de pimentão. A melhoria no desempenho

das sementes com aumento do tempo de imersão foi observada no teste de primeira contagem de germinação (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios (%) da primeira contagem do teste de germinação de sementes de pimentão submetidas à diferentes períodos de condicionamento osmótico em KNO₃ nas concentrações de -1,2 e -1,5 MPa. Piracicaba, 2003.

Concentrações de KNO ₃	Períodos de condicionamento (dias)		
	3	6	9
-1,2 MPa	45 a B	57 a AB	61 a A
-1,5 MPa	29 b B	57 a A	67 a A

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

No teste de germinação, também houve efeito significativo do aumento crescente do tempo de condicionamento sobre a porcentagem final de plântulas normais, quando se utilizou a concentração de -1,5 MPa (Tabela 4).

Smith e Cobb (1991) observaram que a porcentagem de germinação de sementes de pimentão aumentou significativamente até o 10º dia de embebição, não apresentando mudanças significativas a partir desse dia até o 18º dia de embebição.

Tabela 4 - Valores médios (%) de germinação de sementes de pimentão submetidas à diferentes períodos de condicionamento osmótico em KNO₃ nas concentrações de -1,2 e -1,5 MPa. Piracicaba, 2003.

Concentrações de KNO ₃	Períodos de condicionamento (dias)		
	3	6	9
-1,2 MPa	67 a A	76 a A	63 a A
-1,5 MPa	58 a B	64 b AB	73 a A

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Na comparação entre os tratamentos adicionais (PEG 6000 a -1,1 MPa e testemunha), foi observado que as sementes condicionadas em PEG 6000 apresentaram desempenho superior em todos os parâmetros avaliados, com exceção do teste de germinação (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores médios obtidos nos testes para avaliação da qualidade de sementes de pimentão submetidas ou não ao condicionamento osmótico em PEG 6000 a -1,1 MPa. Piracicaba, 2003.

Tratamentos	IVG	PCG	G	GBT	EA
		(%)	(%)	(%)	(%)
PEG 6000	3,96 a	54 a	71 a	71 a	43 a
Testemunha	2,80 b	24 b	75 a	27 b	29 b

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%. IVG = índice de velocidade de germinação; PCG = primeira contagem do teste de germinação; G = germinação; GBT = germinação a baixa temperatura; EA = envelhecimento acelerado.

Em relação ao teste de germinação, resultados semelhantes foram obtidos por Posse et al. (2001), os quais afirmaram que o condicionamento osmótico de sementes de pimentão, com soluções de PEG 6000 a -0,5, -1,0 e -1,5 MPa, não apresenta efeito benéfico sobre a germinação das sementes, quando realizado em temperaturas favoráveis à germinação. No entanto, quando o teste de germinação é realizado a baixa temperatura, Roveri-José et al. (2000) observaram um aumento de 72% na porcentagem de plântulas normais em relação à testemunha. Sob condições de alta umidade e alta temperatura proporcionadas pelo envelhecimento acelerado, o condicionamento com PEG 6000 proporciona melhor desempenho das sementes em relação à testemunha (Tabela 5). Os

resultados obtidos confirmam os benefícios do condicionamento sobre a velocidade de germinação e sobre a germinação quando ocorrem condições inadequadas de temperatura (Nascimento, 1998).

Através do contraste entre o condicionamento com PEG 6000 e com KNO₃ a -1,5 Mpa, por 9 dias (tratamento mais promissor do fatorial), pôde-se verificar que os tratamentos não apresentaram diferenças significativas quanto ao desempenho das sementes em todos os parâmetros avaliados, com exceção do teste de envelhecimento acelerado, no qual o condicionamento com KNO₃ a -1,5 Mpa, por 9 dias, foi significativamente superior ao condicionamento com PEG 6000, evidenciando a ocorrência de uma maior reparação metabólica neste tratamento (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores médios obtidos nos testes para avaliação da qualidade de sementes de pimentão submetidas ao condicionamento osmótico em PEG 6000 a -1,1 MPa ou em KNO₃ a -1,5MPa. Piracicaba, 2003.

Tratamentos	IVG	PCG	G	GBT	EA
		(%)	(%)	(%)	(%)
PEG 6000	3,96a	54a	71a	71a	43b
KNO ₃ -1,5MPa	4,69a	67a	73a	62a	56a

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%. IVG = índice de velocidade de germinação; PCG = primeira contagem do teste de germinação; G = germinação; GBT = germinação a baixa temperatura; EA = envelhecimento acelerado.

Cabe ressaltar ainda que houve destaque do condicionamento com KNO₃ a -1,5 MPa sobre o realizado com PEG 6000, verificado nos testes de índice de velocidade de germinação e primeira contagem do teste de germinação, indicando que esse tratamento é promissor para uso no condicionamento de sementes de pimentão, uma vez que melhora o desempenho das sementes, tendo a vantagem de ser mais viável que o PEG 6000 para aplicação comercial.

Conclusões

O condicionamento com KNO₃ é eficiente para melhorar o desempenho de sementes de pimentão.

O aumento do tempo de exposição às soluções favorece o desempenho das sementes.

Referências Bibliográficas

- BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v. 21, p. 1105-1112, 1986.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BRUGGINK, G. T.; OOMS, J. J. J.; VAN DER TOORN, P. Induction of longevity in primed seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 9, p. 49-53, 1999.
- HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. Seed treatments for improved performance: survey and attempted prognosis. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 5, n. 2, p. 353-425, 1977.
- KHAN, A. A.; MAGUIRRE, J. D.; ABAWI, G. S. ILYAS, S. Matricconditioning of vegetable seeds to improve stand establishment in early field plantings. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, p. 41-47, 1992.
- 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, 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.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (eds). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.
- NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 106-109, nov. 1998.
- NERSON, H.; GOVERS, A. Salt priming of muskmelon for low temperature germination. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 28, p. 85-91, 1986.
- PARERA, C. A.; CANTLIFFE, D. J. Presowing seed priming. **Horticultural Reviews**, New York, v. 15, p. 109-141, 1995.
- PILL, W. A. Low water potential and presowing germination treatments to improve seed quality. In: BASRA, A. S. **Seed Quality: basic mechanisms and agricultural implications**. Binghamton, NY: The Haworth Press, 1995. Cap. 10, p. 319-359.
- 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 annuum* L.) submetidas a baixa temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 123-127, 2001.
- ROVERI-JOSÉ, S. C. B.; VIEIRA, M. G. G. C.; GUIMARÃES, R. M. Efeito da temperatura e do período de condicionamento osmótico na germinação e no vigor de sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 176-184, 2000.
- SMITH, P. T.; COBB, B. G. Accelerated germination of pepper seed by priming with salt solutions and water. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 4, p. 417-419, 1991.
- TAYLOR, A. F.; BERESNIEWICZ, M. M.; GOFFINET, M. C. Semipermeable layer in seeds. P. 429-436. In: ELLIS, R. H.; BLACK, M.; MURDOCH, A. J.; HONG, T. D. (eds). **Basic and Applied Aspects of Seed Biology**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1997.
- TRIGO, M. F. O. O.; NEDEL, J. L.; TRIGO, L. F. N. Condicionamento osmótico em sementes de cebola: I. efeitos sobre a germinação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1059-1067, out./dez. 1999. Suplemento.
- WELBAUM, G. E.; SHEN, Z.; OLUOCH, M. O.; JETT, L. W. The evolution and effects of priming vegetable seeds. **Seed Technology**, Lexington, v. 20, n. 2, p. 209-234, 1998.