

EMBEBIÇÃO E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CENOURA CONDICIONADAS FISIOLÓGICAMENTE SOB SITUAÇÕES AMBIENTAIS ADVERSAS

Daniele Lima Rodrigues Correio¹; Higino Marcos Lopes Correio²; Elania Rodrigues da Silva³

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro¹; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro²; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro³

RESUMO: O condicionamento fisiológico em sementes pode diminuir os efeitos negativos de estresses na germinação de sementes de cenoura que é prejudicada por altas temperaturas e pela deficiência hídrica. O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes métodos de condicionamento fisiológico na germinação e vigor de dois lotes de sementes de cenoura, em condições de altas temperaturas e restrição hídrica. Utilizaram-se sementes não condicionadas, hidrocondicionadas em papel, hidrocondicionadas por imersão em água destilada e osmocondicionadas em solução de PEG6000 -1,0MPa. Foi usado análise de regressão para as marchas de absorção de água e para os testes de germinação, vigor e germinação sob altas temperaturas e restrição hídrica, foi usada análise de variância em um arranjo fatorial 4x2, com médias comparadas pelo teste de Tukey, $P < 0.05$. A protrusão da raiz primária ocorreu com 48,8% de teor médio de água. Não houve diferença na germinação final das sementes de ambos os lotes em condições adequadas e na germinação a 35°C a resposta foi melhor no método de hidrocondicionamento em papel para o lote um, sem diferença para os tratamentos do lote dois. Para germinação com restrição hídrica, as sementes do lote dois responderam melhor ao osmocondicionamento, sem efeitos no lote um. A taxa de embebição foi mais lenta no hidrocondicionamento em papel e osmocondicionamento e esses métodos obtiveram melhor resposta no vigor de sementes de cenoura do lote dois, de menor vigor inicial.

Palavras-chave: *Daucus carota* L., altas temperaturas, restrição hídrica.

CARROT SEEDS IMBIBITION AND GERMINATION UNDER ADVERSE ENVIRONMENTAL SITUATIONS

ABSTRACT: *The priming in seeds can reduce the negative effects of stresses on germination in carrot seeds that is impaired by high temperatures and water deficiency. The objective of this study was to evaluate different priming methods in the germination and vigor of two carrot seed lots under conditions of high temperatures and water restriction. Unprimed seeds, priming in paper, priming by immersion in distilled water and priming in solution of PEG6000 -1,0MPa were used. Regression analysis was used for the water absorption marches and for germination tests, vigor and germination at high temperatures – 35°C and water restriction, an analysis of variance factorial arrangement 4x2 was used, with averages compared by the Tukey test, $P < 0.05$. The rootlet protrusion occurred with 48.8% of average water content. There was no difference in the final germination of the seeds of both lots under suitable conditions and the germination at 35°C the response was better in the priming in paper method for lot 1, without difference for the treatments of lot 2. For germination under water restriction, the seeds of lot 2 responded better to priming in solution of PEG6000 -1,0MPa, without effects in lot 1. The imbibition rate was slower in the priming in paper and priming in solution of PEG6000 -1,0MPa and these methods obtained better response in the vigor of carrot seed of lot 2, with lower initial vigor.*

Keywords: *Daucus carota* L., high temperatures, water restriction.

INTRODUÇÃO

Os lotes de sementes de cenoura apresentam baixa germinação e emergência de plântulas. Como a semeadura é feita diretamente no campo, há necessidade de ser feita em maior densidade, visto que as adversidades pós-semeadura como encrostamento e variação de umidade do solo, profundidade de semeadura, pragas, doenças e competição com plantas invasoras, dificultam ainda mais a emergência das plântulas. Outro fator limitante à germinação das sementes de cenoura no campo é a faixa de temperatura, sendo a ideal entre 20 a 30°C, de forma que as temperaturas elevadas encontradas em países tropicais prejudicam a germinação. De acordo, a seleção de genótipos mais adaptados e o uso de técnicas que melhorem o desempenho das sementes nas condições de temperaturas elevadas e possível restrição hídrica torna-se necessária para bom desenvolvimento da cultura (PEREIRA et al., 2007b).

O condicionamento de sementes é uma técnica que consiste em um conjunto de tratamentos de hidratação antes da semeadura, destinado a realçar a qualidade ou beneficiar o desempenho de lotes de sementes e/ou das plântulas produzidas, com procedimentos para favorecer a germinação, a sanidade, o desenvolvimento de plântulas (HILL et al., 2007).

Nesse sentido, Marcos Filho e Kikuti (2008) obtiveram resultados que indicaram que o hidrocondicionamento por imersão em água promove efeitos benéficos sobre a velocidade de germinação e de emergência de plântulas de couve-flor, aspectos diretamente relacionados ao estabelecimento do estande.

A absorção de água em um lote de sementes, quando não há impedimento de ordem física, segue um padrão trifásico, em que, nas primeiras horas o teor de água aumenta rapidamente (Fase I) e após diminuem e estabilizam (Fase II). Após um período mais extenso, ocorre a emissão da radícula, caracterizada pela fase III da embebição (BEWLEY e BLACK, 1994; MARCOS FILHO, 2015).

A determinação da marcha de absorção de água torna-se necessária, pois é conhecido que a tolerância das sementes a desidratação decresce à medida que progride a embebição, sendo severamente inibida ou perdida a partir da protusão da raiz primária. Sendo assim, é importante saber sobre a ativação metabólica adequada e o momento certo de paralisar o fornecimento de água para a realização da secagem das sementes (MARCOS FILHO, 2015).

Este trabalho teve por objetivo avaliar a embebição, os efeitos do condicionamento fisiológico de sementes na melhoria do vigor de dois lotes de sementes de cenoura em condições de altas temperaturas e de deficiência hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi executado no Laboratório de Controle de Qualidade de Sementes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ. Foram utilizados dois lotes de sementes de cenoura, cultivar “Brasília”. O lote um caracterizava-se por massa de mil sementes de 2,391g e teor de água de 7,90% e o lote dois com massa de mil sementes de 2,249g e 7,73% de teor de água. A massa de mil sementes foi obtida por meio da média de oito repetições em balança com três casas decimais em gramas e o teor de água, pelo método da estufa, com duas repetições de cada tratamento, por 24 h a 105 ± 3 °C (Brasil, 2009). Ambos os lotes foram classificados em um conjunto de peneiras e as sementes utilizadas nos experimentos foram provenientes de uma mistura das retidas nas peneiras de malha quadrada de 1,40 e 1,18mm.

1. Embebição das sementes

Foi feita por meio da marcha de absorção de água, utilizando amostras do lote um com a determinação da variação do teor de água em função do tempo de exposição destas em diferentes meios, condições e métodos de embebição, definidos como:

1.1. Hidrocondicionamento em papel: 0,300g foram colocadas entre quatro folhas de papel germitest, que foram umedecidas com água destilada na relação de duas vezes o peso do papel, a 15°C, por 30, 60, 180, 360, 720, 1320, 1560, 2160 e 2880 minutos (LIMA e MARCOS FILHO, 2009);

1.2. Hidrocondicionamento por imersão em água destilada: 1,000 g de sementes foram imersas em 50 mL de água destilada na relação 1:50 (volume semente : volume de solução), em recipientes de polietileno com altura de 17,4cm e diâmetro de 3,2cm, à temperatura de 10 ± 2 °C, onde a aeração do sistema foi realizada por meio de bombas de aquário, por períodos de 15, 30, 120, 240 e 360 minutos (LOPES et al., 1996);

1.3. Osmocondicionamento: 1,000g de sementes foram imersas em 10 mL de solução de polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) com potencial osmótico de -1,0MPa na relação 1:10 (volume semente: volume de solução), à temperatura de 15°C em mesa de agitação a 250rpm, para a aeração da solução, por períodos de 1, 24, 48, 72 e 168 horas (PEREIRA et al., 2007a).

O teor de água das sementes foi determinado pela variação de peso inicial (antes da embebição) e final.

Para o estabelecimento da taxa de embebição (Equação 1) estimou-se o tempo médio, em horas, necessário para que as sementes atingissem o teor de água suficiente para a

protrusão da raiz primária, levando em consideração o mínimo de cinco sementes com raiz primária a partir de 1mm de comprimento:

$$Tx H_2O = \frac{\Delta H_2O}{\Delta T} \quad (\text{Equação 1})$$

$Tx H_2O$: Taxa de embebição das sementes

ΔH_2O : Variação do teor de água das sementes

ΔT : Variação do tempo

O delineamento experimental para as marchas de absorção foi inteiramente casualizado com quatro repetições em cada método de condicionamento fisiológico. Posteriormente foi feita análise de variância e de regressão correlacionando o tempo de embebição ao teor de água.

2. Condicionamento fisiológico das sementes:

Foi realizado por meio dos seguintes métodos:

2.1. Hidrocondicionamento em papel: 0,500g foram colocadas entre quatro folhas de papel germitest, que foram umedecidas com água destilada na proporção de duas vezes o peso do papel. O procedimento foi realizado a 15°C, por 48 horas;

2.2. Hidrocondicionamento por imersão em água destilada: 1,000 g de sementes foram submersas em 50mL de água destilada na relação 1:10 (volume semente:volume de solução), em recipientes de polietileno com altura de 17,4cm e diâmetro de 3,2cm. O condicionamento foi realizado à temperatura de $10 \pm 2^\circ\text{C}$, onde o método de aeração foi realizado por meio de bombas de aquário por 6 horas;

2.3. Osmocondicionamento: 1,000g de sementes foram submersas em 10mL de solução de PEG 6000 na concentração de 273,237g L⁻¹, correspondente ao potencial osmótico de -1,0 MPa na relação 1:10 (volume semente:volume de solução), em recipientes de polietileno com altura de 7,4 cm e diâmetro de 3,6 cm. O condicionamento foi realizado à temperatura de 15°C e os recipientes foram colocados sobre uma mesa de agitação a 250rpm, para a aeração da solução, por 24 horas, sendo lavadas em seguida.

Após condicionamento fisiológico as sementes permaneceram em estufa de circulação de ar a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ até atingirem o teor de água inicial e, posteriormente, foram submetidas a testes para avaliação de qualidade fisiológica com a inclusão de um tratamento de sementes não condicionadas fisiologicamente.

3. Testes de qualidade fisiológica

- 3.1. Teste de germinação: previamente as sementes foram imersas previamente em solução de NaClO a 1%, por três minutos. Quatro repetições de 50 sementes foram semeadas sobre três folhas de papel germitest, umedecidas com água destilada na proporção de duas vezes e meia o peso do substrato em caixas tipo gerbox, em câmaras com temperatura alternada de 20 e 30°C, com avaliações do percentual de plântulas germinadas aos 14 dias (BRASIL, 2009).
- 3.2. Primeira contagem do teste de germinação: avaliado conjuntamente com o teste de germinação, onde se registrou o percentual de plântulas normais após sete dias da implantação do teste (BRASIL, 2009).
- 3.3. Índice de velocidade de emissão de radícula e índice de velocidade de germinação: os dois testes foram conduzidos conjuntamente, utilizando a metodologia do teste de germinação, registrando diariamente o número de sementes que inicialmente emitiram a radícula e posteriormente o número de plântulas normais até quatorze dias. O índice de velocidade de emissão de radícula e de germinação (MAGUIRE, 1962).
- 3.4. Germinação a 35°C: realizada de acordo com a metodologia do teste de germinação exceto pela temperatura da câmara que foi mantida a 35°C. Adicionalmente o substrato foi umedecido com solução contendo o antibiótico ampicilina diluído em água destilada na proporção de 1:100 para controle das bactérias (PEREIRA et al., 2007a).
- 3.5. Germinação com restrição hídrica: realizado seguindo a metodologia do teste de germinação, sendo que o substrato foi umedecido com uma solução de PEG 6000 na concentração de -0,4MPa (ALMEIDA, 2009).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado envolvendo três métodos de condicionamento fisiológico e sementes não condicionadas com dois lotes de semente de cenoura, em quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância em arranjo fatorial 4 x 2 (quatro tratamentos e dois lotes de sementes), com médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo utilizado o programa estatístico SAEG – Sistema para análises estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fase I de absorção de água nas sementes de cenoura via hidrocondicionamento em papel foi observada nas primeiras 26 horas, com taxa de embebição média de 1,51% teor de água h⁻¹. A fase II, mais lenta, teve uma taxa de embebição de 0,03% teor de água h⁻¹. Nesta condição, a protrusão da raiz primária ocorreu após 54 horas do início da embebição, quando as sementes atingiram um valor médio de teor de água de 48,80%, dando início a fase III de

embebição. Este teor de água foi utilizado como referência para identificar o período necessário para o condicionamento das sementes antes da protrusão da raiz primária, no ensaio seguinte (Figura 1).

Medeiros et al. (2015) observaram a protrusão da raiz primária em dois lotes de sementes de melão com um teor médio de água de 44.3% após 52h em hidrocondicionamento em papel teor de água e tempo próximos ao deste estudo.

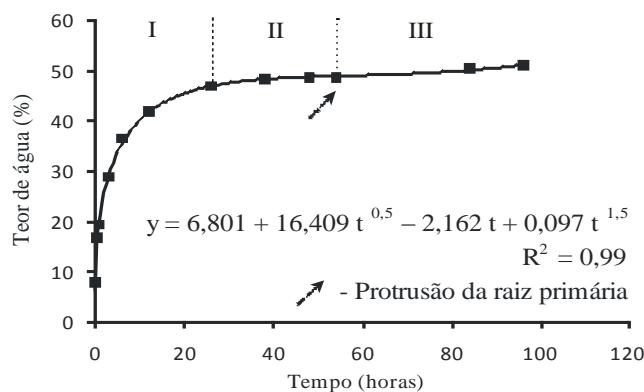


Figura 1. Variação do teor de água em função do tempo de sementes de cenoura cv. Brasília via hidrocondicionamento em papel.

A acelerada embebição no hidrocondicionamento por imersão em água destilada dificultou a identificação das fases de embebição, porém foi estimado para a fase I o período de embebição até duas horas, com uma taxa de 10,15% teor de água h^{-1} com as sementes atingindo 28,20% de teor de água ao final de 2 horas. A fase II teve uma taxa de embebição de 4,00% teor de água h^{-1} , alcançando 44,20% ao final de 6 horas de embebição com um teor de água próximo a valores encontrados nas sementes hidrocondicionadas em papel por 48h (Figura 2).

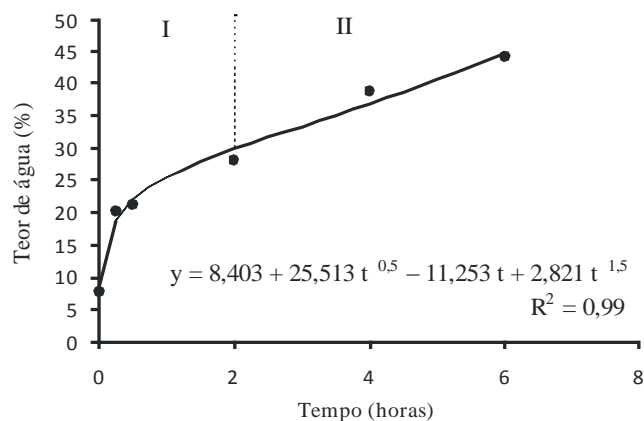


Figura 2. Variação do teor de água em função do tempo de sementes de cenoura cv. Brasília via hidrocondicionamento por imersão em água destilada.

No osmocondicionamento a fase I ocorreu nas primeiras 24 horas de embebição com uma taxa de 1,51% teor de água h^{-1} . A fase II apresentou uma taxa de embebição de 0,03% teor de água h^{-1} , sendo observados nesta fase, valores médios de teor de água variando de 44,20 a 47,90% após 72 e 168h, respectivamente, sem ocorrer a protrusão da raiz primária (Figura 3). Como a taxa de embebição após a fase I foi muito baixa e não houve mudança significativa no teor de água, optou-se pelo período de 24h para o tempo de embebição das sementes no osmocondicionamento.

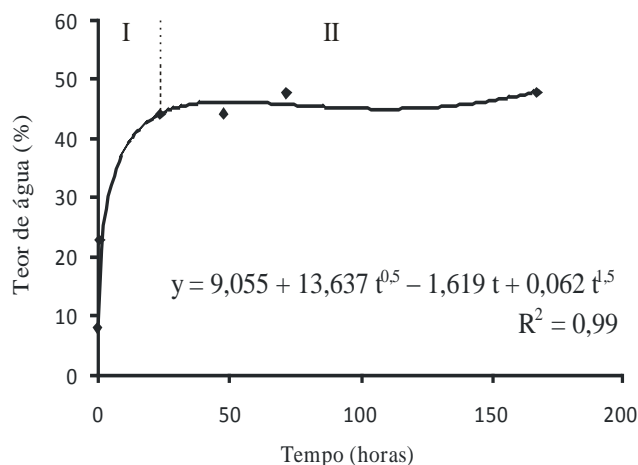


Figura 3. Variação do teor de água em função do tempo de sementes de cenoura cv. Brasília via osmocondicionamento.

Pereira et al. (2008) encontraram teor de água médio de 48% em 96 horas no osmocondicionamento se sementes de cenoura cultivar Brasília e resposta similar foi observada nas sementes deste trabalho.

Estes resultados auxiliaram como referência na definição do melhor período de condicionamento para cada método, sendo que, em geral, no condicionamento das sementes utilizando água destilada (hidrocondicionamento em papel ou por imersão), a emissão da radícula ocorreu em menor tempo.

Na avaliação da qualidade fisiológica das sementes de cenoura, os métodos de condicionamento não influenciaram a germinação, sendo que o lote dois apresentou menor percentual de germinação em relação ao lote um para todos os métodos empregados. O percentual de germinação na primeira contagem do teste de germinação não indicou variações no vigor das sementes, exceto quando se utilizou o osmocondicionamento no lote dois, causando uma redução no vigor (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem de germinação na primeira contagem do teste de germinação (PC) e germinação (G) de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico

Método	PC		G	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
	(%)			
Testemunha	69 aA ¹	35 abB	79 aA	50 aB
Hidrocondicionamento em papel	70 aA	45 aB	81 aA	55 aB
Hidrocondicionamento em água destilada	61 aA	42 abB	73 aA	56 aB
Osmocondicionamento	63 aA	33 bB	75 aA	52 aB

¹ Letras minúsculas discriminam médias nas colunas (entre tratamentos) e letras maiúsculas nas linhas (entre lotes) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Sementes de trigo hidrocondicionadas em água destilada tiveram maior crescimento radicular e de parte aérea que as testemunhas e as osmocondicionadas em condições normais de germinação e em condições salinas (AFZAL et al., 2007). Para este experimento o hidrocondicionamento em água destilada também respondeu com bons resultados não se diferenciando dos outros tratamentos quanto ao percentual de germinação.

Nascimento et al. (2009) avaliaram que condicionamento osmótico favoreceu o vigor de sementes de cenoura, sendo que as não condicionadas demoraram mais para iniciar a germinação, devido a não embebição controlada de sementes que permite a ativação dos processos metabólicos da germinação (HEYDECKER et al., 1973). A tabela 2 indica os resultados dos índices de velocidade de emissão de radícula e de germinação e nestas avaliações foi constatado que o hidrocondicionamento em papel e o osmocondicionamento aumentaram a velocidade de germinação no lote dois que alcançou menor percentual de germinação (Tabela 1).

Hölbjg et al. (2010) também não encontraram diferença significativa no teste de germinação de sementes de cenoura, cv. Brazlândia, entre sementes com e sem osmocondicionamento (Tabela 1), mas nos testes de vigor de índice de velocidade de germinação e índice de velocidade de emergência obtiveram melhores resultados nas sementes osmocondicionadas, da mesma forma que os resultados para índice de velocidade de germinação das sementes do lote dois, o de menor percentual de germinação.

Tabela 2. Índice de Velocidade de Emissão de Radículas (IVER) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília, submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico.

Método	IVER		IVG	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
Testemunha	11,98 bA ¹	5,94 bB	5,70 aA	3,09 bB
Hidrocondicionamento em papel	17,01 aA	9,80 aB	6,78 aA	4,40 aB
Hidrocondicionamento em água destilada	12,14 bA	7,37 abB	6,16 aA	3,14 bB
Osmocondicionamento	11,94 bA	9,35 aB	6,08 aA	4,59 aB

¹ Letras minúsculas discriminam médias nas colunas (entre tratamentos) e letras maiúsculas nas linhas (entre lotes) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A porcentagem de germinação a 35°C foi maior no método de hidrocondicionamento em papel para o lote um. Para o lote dois não houve diferença significativa entre os métodos, porém a germinação foi maior em relação as sementes não condicionadas (Tabela 3). Nascimento et al. (2013) também obtiveram germinação maior nas sementes osmocondicionadas do que nas não condicionadas na temperatura de 35°C. Nessa condição de temperatura supra-ótima, a resposta da germinação, quando se utilizou o hidrocondicionamento em água destilada e osmocondicionamento, foi superior no lote dois, que possuía menor percentual de germinação em condições adequadas.

Tabela 3. Porcentagem de germinação de dois lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília a 35°C (G35) e com restrição hídrica (GRH), após o condicionamento fisiológico em diferentes métodos

Método	G35		GRH	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
	(%)			
Testemunha	11 bA ¹	11 bA	24 aA	1 bB
Hidrocondicionamento em papel	20 aA	19 aA	28 aA	10 abB
Hidrocondicionamento em água destilada	5 bB	18 abA	23 aA	7 bB
Osmocondicionamento	8 bB	15 abA	22 aA	17 aA

¹ Letras minúsculas discriminam médias nas colunas (entre tratamentos) e letras maiúsculas nas linhas (entre lotes) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

É provável que haja um possível mecanismo para contornar a termoinibição de sementes de cenoura osmocondicionadas, por meio do aumento da produção de etileno durante a germinação em altas temperaturas. Essa produção de etileno ocorreu em altas temperaturas nas sementes osmocondicionadas e não foi observada em sementes não condicionadas fisiologicamente (NASCIMENTO et al., 2013).

Em relação ao teste de germinação com restrição hídrica, o osmocondicionamento aumentou a porcentagem de germinação no lote dois, sem efeitos no lote um. Sendo assim, as sementes do lote dois, de menor vigor, mostraram melhores respostas aos métodos de condicionamento fisiológico em condições de germinação adversas em relação aquelas do lote um (Tabela 3).

Almeida et al. (2009) constataram que o estresse hídrico reduz a porcentagem de germinação de sementes de cenoura, como explicitado neste trabalho e Pereira et al. (2009) avaliaram que sementes de cenoura osmocondicionadas em teste de germinação sob estresse hídrico tiveram melhores resultados de porcentagem de germinação que as não condicionadas, assim como neste estudo.

Os resultados dessa pesquisa evidenciaram que para sementes de cenoura da cultivar Brasília, os métodos utilizados foram mais efetivos em melhorar o vigor do lote dois, com germinação e vigor inicial menores.

CONCLUSÕES

A protrusão da raiz primária ocorreu quando as sementes de cenoura cv. Brasília atingiram um teor de água médio de 48,8%.

A taxa de embebição das sementes nas marchas de absorção de água foi mais lenta no hidrocondicionamento em papel e no osmocondicionamento.

O hidrocondicionamento em papel e osmocondicionamento foram os que obtiveram melhores respostas no vigor de sementes de cenoura, cv. Brasília, do lote dois, de menor vigor inicial.

Sementes de menor qualidade fisiológica mostraram melhores respostas aos métodos de condicionamento fisiológico para testes de vigor.

É possível aumentar o vigor em lotes de sementes de cenoura que apresentam baixo vigor utilizando técnicas adequadas de condicionamento fisiológico.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AFZAL, I.; BASRA, S.M.A.; AHMAD, N.; LODHI, T.E. Counteraction of salinity stress on wheat plants by pre-sowing seed treatments. **Pakistan Journal of Agriculture Science**, v.44, n.1, p.50-58, 2007.

ALMEIDA, A.S.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A.; PINHO, M.S. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.31, n.3, p.87-95, 2009.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BITTENCOURT, M.L.C.; DIAS, D.C.F.S.; ARAÚJO, E.F.; DIAS, L.A.S. Controle da hidratação para o condicionamento osmótico de sementes de aspargo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.26, n.2, p.99-104, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395 p.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; GULLIVER, R.L. Accelerated germination by osmotic seed treatment. **Nature**, v.246, n.5427, p.42-44, 1973.

HILL, H.J.; CUNNINGHAM, J.D.; BRADFORD, K.J.; TAYLOR, A.G. Primed lettuce seeds exhibit increased sensitivity to moisture content during controlled deterioration. **Hort Science**, v.42, n.6, p.1436-1439, 2007.

HÖLBIG, L.S., BAUDET, L., VILLELA, F.A., CAVALHEIRO, V. Recobrimento de sementes de cenoura osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.4, p.22-28, 2010.

LIMA, L.B.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e relação com desempenho das plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.31, n.3, p.27-37, 2009.

LOPES, H.M.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R.M.J. Germinação e vigor de sementes de cebola (*Allium cepa* L.) influenciados pelo período e temperatura do condicionamento osmótico. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.18, n.2, p.173-179, 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. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes - ABRATES, Londrina, 2015. 659p.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.165-169, 2008.

NASCIMENTO, W.M.; HUBER, D.J.; CANTLIFFE, D.J. Carrot seed germination and ethylene production at high temperature in response to seed osmopriming. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v.31, n.4, p.554-558, 2013.

NASCIMENTO, W.M.; SILVA, J.B.C.; SANTOS, P.E.C.; CARMONA, R. Germinação de sementes de cenoura osmoticamente condicionadas e peletizadas com diversos ingredientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, n.1, p.12-16, 2009.

PEREIRA, M.D.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Primed carrot seeds performance under water and temperature stress. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.66, n.2, p.174-179, 2009.

PEREIRA, M.D.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Hydration of carrot seeds in relation to osmotic potential of solution and conditioning method. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.3, p.144-150, 2007a.

PEREIRA, R.S.; NASCIMENTO, W.M.; VIEIRA, J.V. Germinação e vigor de sementes de cenoura sob condições de altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, p.215-219, 2007b.