



**RODRIGO DE GÓES ESPERON REIS**

**OSMOCONDICIONAMENTO E GIBERELINA  
NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES  
DE BERINJELA**

**LAVRAS – MG  
2010**

**RODRIGO DE GÓES ESPERON REIS**

**OSMOCONDICIONAMENTO E GIBERELINA NA QUALIDADE  
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE BERINJELA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Sementes, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador  
Dr. Renato Mendes Guimarães

**LAVRAS – MG  
2010**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Reis, Rodrigo de Góes Esperon.

Osmocondicionamento e giberelina na qualidade fisiológica de sementes de berinjela / Rodrigo de Góes Esperon Reis. – Lavras : UFLA, 2010.

64 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Renato Mendes Guimarães.

Bibliografia.

1. *Solanum melongena*. 2. Germinação. 3. Vigor. 4. Regulador de crescimento. 5. Condicionamento fisiológico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.521

**RODRIGO DE GÓES ESPERON REIS**

**OSMOCONDICIONAMENTO E GIBERELINA NA QUALIDADE  
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE BERINJELA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Sementes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 06 de outubro de 2010.

Dr. Amauri Alves de Alvarenga                      UFLA

Dra. Stella Dellyzete Veiga Franco da Rosa      EMBRAPA

Dr. Renato Mendes Guimarães  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2010**

Aos meus pais, Ricardo e Marília, e aos meus irmãos, Ricardo e Rafael, que sempre acreditaram em mim e me proporcionaram condições de realizar o mestrado.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura (DAG), pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

À CAPES, ao CNPq e à FAPEMIG, pela concessão da bolsa de estudos e pelo fomento às pesquisas.

Ao meu orientador, Professor Renato Mendes Guimarães, pela confiança, incentivo e amizade.

Aos membros da banca examinadora, Professor Amauri Alves Alvarenga e Pesquisadora Stella Delyzette Veiga Franco da Rosa, pelas sugestões preciosas.

Ao professor Luiz Antônio Augusto Gomes, que forneceu as sementes utilizadas no trabalho.

Aos professores Édila Vilela de Resende Von Pinho, João Almir Oliveira e Maria Laene Moreira de Carvalho e ao pesquisador Antônio Rodrigues Vieira, que contribuíram para a minha formação profissional.

Aos funcionários do Setor de Sementes Wilder Sousa, Wilder Bento, Dona Elza, Elenir, Dalva e Ivani, pelo auxílio na realização dos trabalhos.

Aos amigos Andréa, Bruno, Cibele, Cláudio, Heloísa, Humberto, José Maria e Matheus, que sempre se dispuseram a ajudar nos trabalhos.

À Nayara, pelo carinho e apoio durante o mestrado.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para essa conquista.

## RESUMO

Sementes de berinjela apresentam desuniformidade de maturação, o que pode reduzir a qualidade de um lote de sementes. O condicionamento fisiológico pode contribuir para uniformizar a germinação e acelerar a emergência de plântulas. Contudo, diversos fatores podem afetar os efeitos do condicionamento fisiológico, como o a temperatura, o tempo e o meio em que o tratamento é realizado, além da qualidade inicial do lote de sementes. A aplicação de reguladores de crescimento tem sido utilizada a fim de potencializar os efeitos benéficos do condicionamento, mas as respostas variam de acordo com a espécie e com as doses utilizadas. Foram realizados dois experimentos com o objetivo de avaliar o efeito do meio, da temperatura e do tempo de condicionamento sobre a qualidade fisiológica e a atividade enzimática de sementes de berinjela, e avaliar os efeitos da aplicação de giberelina via condicionamento fisiológico de sementes de berinjela com diferentes níveis de qualidade. Os ensaios foram realizados no Laboratório Central de Sementes/UFLA e foram utilizadas sementes de berinjela cv. Embu produzidas em 2007, que foram armazenadas em câmara fria (15 °C e 55% UR) em embalagens de papel. Pelos resultados obtidos no primeiro ensaio, conclui-se que o condicionamento fisiológico não afeta a germinação e melhora o vigor das sementes de berinjela; o condicionamento das sementes de berinjela em água ou KNO<sub>3</sub> é eficiente no envigoroamento das sementes; observam-se alterações nos padrões enzimáticos de sementes de berinjela submetidas ao condicionamento fisiológico; a atividade da endo-β-mananase é maior nas sementes condicionadas por 24 horas do que naquelas condicionadas por 72 horas e nas sementes sem esse tratamento. Pelos resultados do segundo experimento, conclui-se que a aplicação de giberelina via condicionamento fisiológico não é eficiente para melhorar o vigor de sementes de berinjela; a qualidade fisiológica de sementes de berinjela não é afetada pela aplicação de giberelina; o condicionamento fisiológico é mais eficiente em lotes de sementes com menor vigor.

Palavras-chave: *Solanum melongena*. Germinação. Vigor. Regulador de crescimento. Condicionamento fisiológico.

## ABSTRACT

Eggplant seeds have uneven maturation, what can reduce the quality of a seed lot. The priming can contribute to regulate the germination and accelerate the seedlings emergence. However, many factors can affect the results of the priming, such as the temperature, the period and the solution in which the treatment is realized, besides of the initial quality of the seed lot. The application of growth regulators has been used to amplify the effects of the priming, but the answers vary according to the species and to the doses used. Thus, two assays were realized and they were aimed to evaluate the effect of the solution of priming, temperature and period of priming on the physiological quality and enzymatic activity of eggplant seeds and to evaluate the effects of the application of gibberellins by priming of eggplant seeds with different levels of quality. The assays were carried out at the Central Laboratory of Seeds/UFLA. It was used eggplant seeds cv. Embu produced in 2007. The seeds used in the assays were stored in cold chamber (15 °C and 55% RH) in paper packages until the beginning of the assays. According to the results obtained in the first assay, it is concluded that the priming does not affect the seed germination and improves vigor of eggplant seeds; the priming of eggplant seeds in water or KNO<sub>3</sub> is efficient for the invigoration of seeds; there are changes in the isoenzyme standards of conditioned eggplant seeds; there are higher activity of endo- $\beta$ -mannanase in the seeds primed for 24 hours than for 72 hours and control. According to the results of the second assay, it is concluded that the application of gibberellins is not efficient to improve the vigor of eggplant seeds; the application of gibberellins does not damage the physiological quality of eggplant seeds; the priming is more efficient to improve the performance of eggplant seed lots with low vigor.

Keywords: *Solanum melongena*. Germination. Vigor. Priming. Growth regulator. Priming.

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>Introdução geral</b> .....	9
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....		9
2	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....		11
2.1	<b>Qualidade de sementes de berinjela</b> .....		11
2.2	<b>Condicionamento fisiológico</b> .....		11
2.3	<b>Uso de giberelinas no condicionamento fisiológico</b> .....		14
2.4	<b>Atividade enzimática</b> .....		15
3	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....		17
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....		18
	<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>Qualidade fisiológica de sementes de berinjela osmocondicionadas</b> .....	23
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....		25
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....		28
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....		31
4	<b>CONCLUSÕES</b> .....		45
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....		46
	<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>Qualidade fisiológica de sementes de berinjela submetidas ao osmocondicionamento e à aplicação de giberelina</b> ...50	
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....		52
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....		54
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....		56
4	<b>CONCLUSÕES</b> .....		60
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....		61

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO GERAL

#### 1 INTRODUÇÃO

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma olerícola pertencente à família Solanaceae. Acredita-se que seja originária da Índia, onde se verifica maior diversidade genética. A sua produção é amplamente distribuída, sendo cultivada em países da Ásia, Oriente Médio, Europa, África e Américas Central e do Sul (DOIJOE, 2001).

No Brasil, o consumo dessa hortaliça se difundiu devido às suas propriedades nutricionais, sendo fonte de vitaminas A, B e C, e minerais, especialmente potássio, enxofre e magnésio. Contudo, a disseminação se deu principalmente por seu valor medicinal, havendo relatos de seu uso no tratamento de asma, diabetes, cólera e bronquite, além de controle do colesterol no sangue (RIBEIRO, 2007).

Em 2006, a produção nacional de berinjela foi de aproximadamente 78 mil toneladas, destacando-se os estados de São Paulo e Minas Gerais, com cerca de 33 e 15 mil toneladas (BRASIL, 2009).

A cerca da qualidade das sementes de berinjela, Miranda et al. (1992) afirmam que um determinado lote pode apresentar desuniformidade de maturação, o que dificulta estabelecer o momento mais adequado para a colheita. Entretanto, o condicionamento osmótico pode contribuir significativamente para uniformizar a germinação de sementes (NASCIMENTO; LIMA, 2008).

Para sementes de berinjela não há um consenso sobre a metodologia a ser utilizada para o condicionamento fisiológico. Venkatasubramanian e

Umarani (2007) verificaram que o condicionamento de sementes de berinjela utilizando areia com 80% da capacidade de campo, por três dias a  $26\pm 2$  °C apresentou melhores respostas quanto à porcentagem e uniformidade de germinação. Por sua vez, Fanan e Novembre (2007) observaram que as sementes de berinjela podem ser condicionadas a 20 °C entre papel toalha, utilizando água ou uma solução -0,5 MPa de polietileno glicol 6000 e submetidas à secagem. Todavia, Nascimento e Lima (2008) concluíram que a porcentagem de germinação pode ser beneficiada quando as sementes de berinjela são condicionadas em solução de  $\text{KNO}_3$  (0,35 M). Segundo Doijode (2001), sementes de berinjela, depois de cinco anos de armazenamento, podem ter a germinação e o vigor aumentados após o seu condicionamento ácido giberélico (50 ppm) e nitrato de potássio (0,01 M).

Sementes de berinjela podem apresentar baixa qualidade fisiológica, devido a problemas relacionados à maturação das sementes. O condicionamento fisiológico pode ser uma alternativa para resolver esse problema. No entanto, para sementes de berinjela, não existe um consenso sobre a melhor metodologia para o condicionamento fisiológico e diversos fatores podem influenciar os resultados desse tratamento. Assim, justifica-se a realização desse trabalho, no qual serão analisadas metodologias para o condicionamento de sementes de berinjela, além de avaliar o efeito do vigor do lote de sementes e da aplicação de giberelinas na qualidade das sementes de berinjela.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Qualidade de sementes de berinjela**

Nas espécies de frutos carnosos, geralmente, a melhor qualidade das sementes é obtida quando os frutos são colhidos maduros e, na maioria das vezes as sementes continuam o processo de maturação (DIAS; NASCIMENTO, 2009). De acordo com esses autores, em berinjela, a maturidade fisiológica das sementes apresenta variações de acordo com a cultivar, podendo ocorrer desde 55 até 80 dias após a antese. Contudo, se a colheita for realizada próximo ao ponto de maturidade fisiológica das sementes, antes da extração das sementes, os frutos podem ser armazenados por 10 a 15 dias. Entretanto, Miranda et al. (1992) comentam que um lote de sementes de berinjela pode apresentar sementes com diversos estádios de maturação, o que pode reduzir a qualidade desse lote de sementes.

O condicionamento fisiológico tem sido utilizado para melhorar a qualidade de sementes de hortaliças (KAYA et al., 2006). Em berinjela, diversas metodologias para o condicionamento das sementes já foram testadas e esse tratamento é eficiente em proporcionar incrementos no vigor das sementes (FANAN; NOVEMBRE, 2007; NASCIMENTO, 2005; NASCIMENTO; LIMA, 2008; TRIGO; TRIGO, 1999). Contudo, não há um consenso sobre a melhor metodologia para o condicionamento de sementes de berinjela.

### **2.2 Condicionamento fisiológico**

O condicionamento de sementes compreende um conjunto de técnicas que visam realçar a qualidade ou beneficiar o desempenho de lotes de sementes ou plântulas produzidas. Nesse conceito inclui-se o condicionamento fisiológico,

também denominado priming, que é um procedimento no qual a semente é parcialmente hidratada, propiciando o início dos processos bioquímicos preparatórios para a germinação, mas evitando que a protrusão da radícula ocorra (GHASSEMI-GOLEZANI; ESMAEILPOUR, 2008; MARCOS FILHO, 2005).

Kaya et al. (2006) comentam que o condicionamento fisiológico de sementes tem promovido incrementos na germinação de sementes e na emergência de plântulas em diversas culturas, particularmente em hortaliças, como alface (NASCIMENTO; CANTLIFFE, 1998), beterraba (COSTA; VILLELA, 2006; ROSSETTO; MINAMI; NAKAGAWA, 1998), cebola (TRIGO; NEDEL; TRIGO, 1999), cenoura (BALBINOT; LOPES, 2006) pimentão (POSSE et al., 2003; POSSE; SILVA; VIEIRA, 2004), tomate e pimenta (VENKATASUBRAMANIAN; UMARANI, 2007) e berinjela (FANAN; NOVEMBRE, 2007; NASCIMENTO; LIMA, 2008; VENKATASUBRAMANIAN; UMARANI, 2007).

Existem diversos solutos disponíveis para serem utilizados no condicionamento de sementes, dentre eles os mais utilizados são o polietileno glicol (PEG) e o nitrato de potássio ( $KNO_3$ ). Marcos Filho (2005) cita algumas vantagens e desvantagens para cada um deles. O PEG é um polímero de elevado peso molecular, inerte, atóxico e não penetra nas sementes, devido ao tamanho de suas moléculas. Entretanto, a solubilidade de oxigênio é inversamente proporcional à concentração de PEG, o que pode induzir à anaerobiose, produzindo etanol, que é tóxico para a semente. Por outro lado, o  $KNO_3$  não reduz a disponibilidade de oxigênio, além de beneficiar a germinação de algumas espécies, mas existem também, relatos de prejuízos na sua utilização para o condicionamento de sementes de outras espécies (BROCKLEHUST; DEARMAN; DREW, 1984). Alguns pesquisadores têm testado a combinação desses dois solutos (JOSÉ; VIEIRA; GUIMARÃES, 2000).

O período de condicionamento é determinado em função de vários fatores, como a espécie, o agente osmótico e a temperatura, por exemplo. Períodos de condicionamento muito curtos podem não proporcionar significativo sucesso ao tratamento, enquanto que períodos muito longos podem promover a germinação de sementes durante o tratamento ou prejudicar o vigor das sementes, fenômeno conhecido como overpriming (NASCIMENTO; COSTA, 2009). O tempo que a semente permanece sob efeito da solução condicionante deve promover a embebição sem que ocorra a germinação, mas garantindo o seu efeito máximo, como foi observado por José et al. (1999) em pimentão, em que sementes condicionadas em papel embebido com PEG-6000 a -1,1 MPa, a 25 °C por oito dias, apresentaram qualidade fisiológica superior, quando comparado aos outros tratamentos.

Geralmente, a temperatura utilizada no condicionamento é a mesma recomendada para a germinação, estando entre 15 e 25 °C (MARCOS FILHO, 2005; NASCIMENTO; COSTA, 2009). O metabolismo das sementes é reduzido quando o condicionamento é realizado em temperaturas baixas, inibindo a germinação e o aparecimento de microrganismos (NASCIMENTO; COSTA, 2009) e, segundo Copeland e McDonald (1995), são observados melhores resultados. Contudo, Marcos Filho (2005) relata que, em baixas temperaturas, podem ocorrer atrasos ou falhas na reorganização das membranas, havendo danos durante a embebição. Por outro lado, altas temperaturas permitem que a hidratação das sementes ocorra mais rapidamente, possibilitando a redução do tempo de condicionamento (NASCIMENTO; COSTA, 2009).

A qualidade inicial do lote de sementes é um fator importante a ser considerado antes do condicionamento fisiológico, tendo em vista que a resposta a esse tratamento pode ser afetada (BITTENCOURT et al., 2004; CASEIRO; BENNETT; MARCOS FILHO, 2004). Alguns pesquisadores recomendam o uso de sementes com alto vigor para se obter bons resultados com o

condicionamento (PARERA; CANTLIFFE, 1994). Por outro lado, outros estudos apontam que os efeitos benéficos do condicionamento são mais evidentes em sementes de baixa qualidade fisiológica (ÁVILA et al., 2008; FIALHO et al., 2010; KIKUTI; MARCOS FILHO, 2009; LIMA; MARCOS FILHO, 2010; SZAFIROWSKA; KHAN; PECK, 1981), não se esperando resposta significativa após o condicionamento de sementes com alto potencial fisiológico (MARCOS FILHO; KIKUTI, 2008).

### **2.3 Uso de giberelinas no condicionamento fisiológico**

O uso de reguladores de crescimento na fase de germinação pode proporcionar melhor desenvolvimento das plântulas, aumentando a velocidade de emergência e realçando o potencial das sementes (LOPES; SOUZA, 2008).

No processo germinativo, as giberelinas estimulam a síntese e a atividade enzimática (BORGHETTI, 2004; SILVA et al., 2005), favorecendo a expansão celular e o crescimento da plântula (MARCOS FILHO, 2005). Liu et al. (1996) relatam que esse regulador de crescimento tem sido adicionado à solução de condicionamento promovendo incrementos na porcentagem de germinação. Entretanto, esses mesmos autores, estudando sementes de tomate armazenadas, verificaram que a aplicação de giberelina prejudicou a qualidade das sementes em relação ao tratamento controle e ao condicionamento sem o regulador de crescimento. Entretanto, Andreoli e Khan (1999) constataram que a combinação do condicionamento e aplicação de giberelina em sementes de tomate e pimentão melhoraram tanto a germinação quanto o estabelecimento do estande. Lopes e Souza (2008), estudando sementes de mamão, verificaram que a presença de giberelina na solução favoreceu a germinação, independente do método de condicionamento.

## 2.4 Atividade enzimática

A deterioração das sementes pode ser evidenciada por danos genéticos, perda da integridade de membranas, reduzindo a capacidade seletiva e perda da compartimentalização celular, lixiviação de solutos, mudança da atividade respiratória, incapacidade de manter o gradiente eletroquímico, acúmulo de substâncias tóxicas e alterações na atividade enzimática e síntese proteica (SANTOS; MENEZES; VILLELA, 2004). As alterações enzimáticas mais frequentes durante a deterioração das sementes são: alterações na estrutura, inativação progressiva, redução ou paralisação da síntese de algumas enzimas e redução da atividade de enzimas respiratórias (MARCOS FILHO, 2005).

Algumas enzimas que podem ser utilizadas como marcadores de qualidade fisiológica de sementes submetidas ao condicionamento são a álcool desidrogenase (ADH) e a endo- $\beta$ -mananase, além das enzimas removedoras de radicais livres, como a peroxidase (PO), superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT), e enzimas relacionadas à hidrólise de ésteres, como a esterase (EST). A ADH catalisa a conversão de acetaldeído a etanol no metabolismo anaeróbico (MARCOS FILHO, 2005). Segundo Zhang et al. (1994), a produção de acetaldeído durante o armazenamento pode acelerar a deterioração das sementes. A endo- $\beta$ -mananase está envolvida com a hidrólise da parede celular do endosperma, estando associada com o amolecimento dos tecidos (PINTO, 2007), o que facilitaria a emissão da radícula e, conseqüentemente, a germinação das sementes. As enzimas PO, SOD e CAT removem produtos tóxicos, permitindo a neutralização de radicais livres na degradação de membranas (MARCOS FILHO, 2005).

Segundo Spinola, Cícero e Melo (2000), a técnica de eletroforese de proteínas se destaca na detecção das deteriorações que ocorrem em sementes,

pois pode ser verificada a atividade de enzimas associadas à degradação e oxidação do material de reservas bem como a biossíntese de novas substâncias.

As alterações nos padrões isoenzimáticos têm sido relacionadas à qualidade fisiológica de sementes condicionadas. Pandita, Anand e Nagarajan (2007) verificaram aumento na atividade da enzima isocitrato liase, que está envolvida na conversão de lipídios a açúcares durante a germinação. Esses mesmos autores observaram também incrementos na atividade da malato desidrogenase. Diniz et al. (2009) comentam que alterações nos padrões da EST podem ser evidências de que estão ocorrendo eventos deteriorativos, pois essa enzima está associada a reações de hidrólise de ésteres, estando intimamente relacionadas ao metabolismo dos lipídios de membranas. Yeh e Sung (2008) relatam que o sucesso do condicionamento está relacionado à redução da peroxidação de lipídios e na melhoria da atuação do sistema antioxidante, no qual estão envolvidas as enzimas CAT e SOD. Albuquerque et al. (2009) e José et al. (1999) verificaram alterações nos padrões enzimáticos de sementes de pimentão condicionadas.

### **3 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

As sementes de berinjela apresentam problemas quanto à maturação, o que pode prejudicar a qualidade do lote de sementes.

O condicionamento fisiológico tem se mostrado eficiente em melhorar a qualidade fisiológica de sementes, principalmente de hortaliças. Para berinjela, não existe um consenso sobre qual a melhor metodologia a ser utilizada, principalmente porque vários fatores podem afetar os resultados obtidos após o condicionamento.

Há uma necessidade de se desenvolver estudos sobre o condicionamento fisiológico de sementes de berinjela e abordar fatores como meio de condicionamento, tempo e temperatura em que se processará o tratamento, estudando-se também o efeito da aplicação de reguladores de crescimento e da qualidade inicial do lote de sementes.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, K. S. et al. Condicionamento osmótico e giberelina na qualidade fisiológica de sementes de pimentão colhidas em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 100-109, jul./ago. 2009.
- ANDREOLI, C.; KHAN, A. Matricconditioning integrated with gibberellic acid to hasten seed germination and improve stand establishment of pepper and tomato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1953-1958, out. 1999.
- ÁVILA, M. R. et al. Hydration and pre-osmotic treatments on canola rape seeds (*Brassica napus* L.). **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 36, n. 1, p. 218-224, Apr. 2008.
- BALBINOT, E.; LOPES, H. M. Efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 1-8, jan./fev. 2006.
- BITTENCOURT, M. L. C. et al. Efeito do condicionamento osmótico das sementes na germinação e no crescimento das plântulas de aspargo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 50-56, jan./fev. 2004.
- BORGHETTI, F. Dormência embrionária. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 6, p. 109-134.
- BRASIL. Governo Federal. **Censo agropecuário 2006: Brasil, grandes regiões e unidades da federação**. Rio de Janeiro: Ibge, 2009. 777 p.
- BROCKLEHUST, P. A.; DEARMAN, J.; DREW, R. K. L. Recent development in osmotic treatment of vegetable seeds. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 215, p. 193-200, 1987.
- CASEIRO, R.; BENNETT, M. A.; MARCOS FILHO, J. Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 32, n. 2, p. 365-375, July 2004.
- COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. New York: Chapman & Hall, 1995. 409 p.

COSTA, C. J.; VILLELA, F. A. Condicionamento osmótico de sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 21-29, jan./fev. 2006.

DIAS, D. C. F. S.; NASCIMENTO, W. M. Desenvolvimento maturação e colheita de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 11-74.

DINIZ, K. A. et al. Qualidade de sementes de alface enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 228-238, jan./fev. 2009.

DOIJODE, S. D. **Seed storage of horticultural crops**. New York: Food Products, 2001. 339 p.

FANAN, S.; NOVENBRE, A. D. L. C. Condicionamento fisiológico de sementes de berinjela. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 675-683, 2007.

FIALHO, G. S. et al. Osmocondicionamento em sementes de pimenta ‘Amarela Comprida’ (*Capsicum annuum* L.) submetidas à deterioração controlada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 646-652, maio/jun. 2010.

GHASSEMI-GOLEZANI, K.; ESMAEILPOUR, B. The effect of salt priming on the performance of differentially matured cucumber (*Cucumis sativus*) seeds. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, Cluj-Napoca, v. 36, n. 2, p. 67-70, 2008.

JOSÉ, S. C. B. R. et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas de sementes de pimentão submetidas ao osmocondicionamento, utilizando diferentes agentes osmóticos e meios de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 217-223, mar./abr. 1999.

JOSÉ, S. C. B. R.; 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, mar./abr. 2000.

KAYA, M. D. et al. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **European Journal of Agronomy**, London, v. 24, n. 4, p. 291-295, May 2006.

- KIKUTI, A. L. P.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 240-245, mar./abr. 2009.
- LIMA, L. B.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e germinação sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 138-147, jan./fev. 2010.
- LIU, Y. et al. Effects of osmotic priming on dormancy and storability of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 6, n. 2, p. 49-55, June 1996.
- LOPES, H. M.; SOUZA, C. M. Efeitos da giberelina e da secagem no condicionamento osmótico sobre a viabilidade e o vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 181-189, jan./fev. 2008.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.
- MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 165-169, mar./abr. 2008.
- MIRANDA, Z. F. S. et al. Avaliação da qualidade de sementes de berinjela (*Solanum melongena* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 125-129, abr./jun. 1992.
- NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 211-214, mar./abr. 2005.
- NASCIMENTO, W. M.; CANTLIFFE, D. J. Germination of primed lettuce seeds after storage. **Proceedings of Florida State Horticulture Science**, Davis, v. 111, n. 1, p. 96-99, 1998.
- NASCIMENTO, W. M.; COSTA, C. J. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. (Ed.). **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 345-396.

NASCIMENTO, W. M.; LIMA, L. B. Condicionamento osmótico de sementes de berinjela visando à germinação sob temperaturas baixas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 224-227, mar./abr. 2008.

PANDITA, V. K.; ANAND, A.; NAGARAJAN, S. Enhancement of seed germination in hot pepper following pre-sowing treatments. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 35, n. 2, p. 282-290, July 2007.

PARERA, C. A.; CANTLIFFE, D. J. Presowing seed priming. **Horticultural Reviews**, New York, v. 16, n. 1, p. 109-141, Mar. 1994.

PINTO, L. V. A. **Germinação de sementes de lobeira (*Solanum lycocarpum* St. Hil.): mecanismo e regulação**. 2007. 67 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

POSSE, S. C. P. et al. Influência do armazenamento sobre o comportamento germinativo de sementes de pimentão hidratadas e condicionadas. **Informativo Abrates**, Brasília, v. 13, n. 3, p. 95-96, 2003.

POSSE, S. C. P.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Temperatura de armazenamento e desempenho de sementes hidratadas e osmocondicionadas de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 38-43, jan./fev. 2004.

RIBEIRO, C. S. C. **Berinjela (*Solanum melongena* L.)**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. Disponível em:  
<[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Beringela/Beringela\\_Solanum\\_melongena\\_L/index.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Beringela/Beringela_Solanum_melongena_L/index.html)>. Acesso em: 10 abr. 2009.

ROSSETTO, C. A. V.; MINAMI, K.; NAKAGAWA, J. Efeito do condicionamento fisiológico de sementes de beterraba na emergência e na produtividade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 112-117, mar./abr. 1998.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 110-119, jan./fev. 2004.

SILVA, E. A. A. et al. Exogenous gibberellins inhibit coffee (*Coffea arabica* cv. Rubi) seed germination and cause cell death in the embryo. **Journal of Experimental Botany**, Columbus, v. 56, n. 413, p. 1029-1038, 2005.

SPINOLA, M. C. M.; CÍCERO, S. M.; MELO, M. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 263-270, 2000.

SZAFIROWSKA, A.; KHAN, A. A.; PECK, N. H. Osmoconditioning of carrot seed to improve seedling establishment and yield in cold soil. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, n. 5, p. 845-848, Jan. 1981.

TRIGO, M. F. O. O.; NEDEL, J. L.; TRIGO, L. F. N. Condicionamento osmótico de sementes de cebola: I, efeitos sobre a germinação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1059-1067, 1999.

TRIGO, M. F. O. O.; TRIGO, L. F. N. Efeito do condicionamento fisiológico na germinação e no vigor de sementes de berinjela (*Solanum melongena* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 107-113, jan./mar. 1999.

VENKATASUBRAMANIAN, A.; UMARANI, R. Evaluation of seed priming methods to improve seed performance of tomato (*Lycopersicon esculentum*), egg plant (*Solanum melongena*) and chilli (*Capsicum annum*). **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 35, n. 2, p. 487-493, July 2007.

YEH, Y. M.; SUNG, J. M. Priming slows deterioration of artificially aged bitter gourd seeds by enhancing anti-oxidative activities. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 36, n. 2, p. 350-359, July 2008.

ZHANG, M. et al. A mechanism of seed deterioration in relation to the volatile compounds involved by dry seeds themselves. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 4, n. 1, p. 49-56, Mar. 1994.

## CAPÍTULO 2

### Qualidade fisiológica de sementes de berinjela osmocondicionadas

#### RESUMO

A germinação de sementes de berinjela é desuniforme e o condicionamento fisiológico pode ser um tratamento eficiente para melhorar o desempenho de lotes de sementes dessa espécie. Objetivou-se avaliar o efeito do meio, da temperatura e do tempo de condicionamento sobre a qualidade fisiológica e a atividade enzimática de sementes de berinjela. Foram utilizadas sementes de berinjela cv. Embu produzidas em 2007, armazenadas em câmara fria (15 °C e 55% UR) em embalagens de papel. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Central de Sementes/UFLA. As sementes foram submetidas ao condicionamento fisiológico em solução aerada variando-se os seguintes fatores: temperatura (15 e 25 °C), tempo (24, 48, 72 horas) e meio de condicionamento (água, PEG, KNO<sub>3</sub> e PEG+KNO<sub>3</sub>). O potencial hídrico das soluções de condicionamento foi de -0,8 MPa, exceto para a água, cujo potencial hídrico é aproximadamente igual a zero. Após a aplicação dos tratamentos, as sementes foram lavadas em água corrente e secadas a 30 °C até retornarem à umidade inicial. As variáveis respostas foram: porcentagem de germinação, porcentagem e índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica. Avaliaram-se também alterações nos padrões dos sistemas isoenzimáticos esterase, álcool desidrogenase, catalase e superóxido dismutase e a atividade de endo- $\beta$ -mananase. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, de acordo com um esquema fatorial 2x3x4+1 (testemunha - sementes sem condicionamento). Conclui-se que o condicionamento fisiológico não afeta a germinação e melhora o vigor das sementes de berinjela; o condicionamento das sementes de berinjela em água ou KNO<sub>3</sub> é eficiente no envigoração das sementes; observam-se alterações nos padrões enzimáticos de sementes de berinjela submetidas ao condicionamento fisiológico; a atividade da endo- $\beta$ -mananase é maior nas sementes condicionadas por 24 horas do que naquelas condicionadas por 72 horas e nas sementes sem esse tratamento.

Palavras-chave: *Solanum melongena* L.. Condicionamento fisiológico. Germinação. Vigor.

### ABSTRACT

Eggplant seed germination is uneven and the priming can be an efficient treatment to improve the performance of seed lots of this specie. It was aimed to evaluate the effect of the osmotic solution, temperature and period of conditioning on the physiological quality and enzyme activity of eggplant seeds. It was used eggplant seeds cv. Embu produced in 2007. The seeds used in the assay were stored in cold chamber (15 °C and 55% RH) in paper packages until the beginning of the assays. The research was carried out at Central Laboratory of Seeds/UFLA. The seeds were submitted to the priming in aerated solutions ranging the following factors: temperature (15 and 25 °C), period (24, 48 and 72 hours) and solution (water, PEG-6000, KNO<sub>3</sub> and PEG + KNO<sub>3</sub>). The hydro potential of the solutions was -0.8 MPa, except to the water, that has hydro potential nearly equal to zero. After the treatment application, the seeds were washed in water and dried at 30 °C, until return to the initial moisture. The variables analyzed were percentage of germination, percentage of emergence, speed index of emergence and electrical conductivity. Changes in the isoenzymatic systems of the esterase, alcohol dehydrogenase, catalase and superoxide dismutase, besides of endo-β-mannanase activity were also evaluated. The treatments were arranged in a completely randomized design, according to a factorial arrangement 2x3x4+1 (control – seeds without priming). It is concluded that the priming does not affect the seed germination and improves vigor of eggplant seeds; the priming of eggplant seeds in water or KNO<sub>3</sub> is efficient for the invigoration of seeds; there are changes in the isoenzyme standards of conditioned eggplant seeds; there are higher endo-β-mannanase activity in the seeds primed for 24 hours than for 72 hours and control.

Key words: *Solanum melongena* L.. Priming. Germination. Vigor.

## 1 INTRODUÇÃO

A qualidade fisiológica de sementes de berinjela varia tanto com a época de colheita quanto com a posição do fruto na planta (MIRANDA et al., 1992). Assim, em um lote podem ser observadas sementes com diversos estádios de maturação, prejudicando a germinação e o vigor, o que é indesejável tanto para o produtor de sementes quanto para o agricultor.

Alguns tratamentos têm sido propostos para melhorar a qualidade de lotes de sementes. Dentre eles, o condicionamento fisiológico é uma opção, contribuindo para uniformizar a germinação das sementes de algumas espécies (NASCIMENTO; LIMA, 2008), ou mesmo reduzir o período necessário para a germinação e acelerar e sincronizar a emergência das plântulas (BITTENCOURT et al., 2004; SANTOS et al., 2008). Esse tratamento consiste na hidratação controlada das sementes, iniciando os processos bioquímicos preparatórios para a germinação, mas evitando que a protrusão da radícula ocorra (ASHRAF; FOOLAD, 2005; GHASSEMI-GOLEZANI; ESMAEILPOUR, 2008; MARCOS FILHO, 2005; PANDITA; ANAND; NAGARAJAN, 2007; TAYLOR et al., 1998).

O controle da hidratação é realizado pela redução do potencial hídrico da solução que está em contato com as sementes. Para tanto, são utilizados diversos produtos químicos, que podem ser sais inorgânicos ( $K_3PO_4$ ,  $KH_2PO_4$ ,  $MgSO_4$ ,  $NaCl$ ,  $KNO_3$ ), açúcares (manitol e sorbitol) ou substâncias com moléculas grandes, como o polietileno glicol (PEG). Contudo, nenhum desses compostos atende completamente às exigências, podendo reduzir a disponibilidade de oxigênio, apresentar toxidez, penetrar no sistema de membranas, ser metabolizado ou mesmo estar sujeito à deterioração microbiana (SANTOS et al., 2008).

No que diz respeito à temperatura, geralmente, no condicionamento é utilizada a mesma recomendada para a germinação, estando entre 15 e 25 °C (MARCOS FILHO, 2005; NASCIMENTO; COSTA, 2009). Nascimento e Costa (2009) comentam que o metabolismo das sementes é reduzido quando o condicionamento é realizado em temperaturas baixas, inibindo a germinação e o aparecimento de microrganismos. Contudo, Marcos Filho (2005) relata que, em baixas temperaturas, podem ocorrer atrasos ou falhas na reorganização das membranas, havendo danos durante a embebição. Por outro lado, altas temperaturas permitem uma hidratação mais rápida das sementes, possibilitando a redução do tempo de condicionamento (NASCIMENTO; COSTA, 2009). O período de condicionamento é determinado em função de outros fatores, como a espécie, o agente osmótico e a temperatura, por exemplo. Períodos de condicionamento muito curtos podem não proporcionar significativo sucesso ao tratamento, enquanto que períodos muito longos podem promover a germinação de sementes durante o tratamento ou prejudicar o vigor das sementes, fenômeno conhecido como overpriming (NASCIMENTO; COSTA, 2009).

Em hortaliças, tem sido observados efeitos benéficos do condicionamento, mas a metodologia mais eficiente varia entre espécies e até mesmo entre cultivares. Peluzio et al. (1999) observaram que o condicionamento de sementes de cenoura variedade Carandaí é mais eficiente quando se utiliza PEG a -2,0 MPa entre 15 e 20 °C por 14 a 21 dias. Pereira et al. (2008) verificaram incrementos no vigor de sementes de cenoura variedade Brasília, após o condicionamento em PEG-6000 a -1,2 MPa, por quatro dias a 20 °C. Em pimentão cv. Yolo Wonder verificou-se melhor desempenho de sementes condicionadas sobre papel com solução de PEG-6000 ou imersas em solução de KNO<sub>3</sub>, ambas com -1,1 MPa, por oito dias a 25 °C (JOSÉ et al., 1999). Segundo José, Vieira e Guimarães (2000), o uso de KNO<sub>3</sub>, além de melhorar o desempenho germinativo das sementes, tem a vantagem de ser mais viável para

a aplicação comercial. Já Kikuti, Kikuti e Minami (2005), com sementes de pimentão cv. Cascadura Ikeda, constataram melhores resultados utilizando  $\text{KNO}_3$  a -1,2 ou -1,5 MPa a 25 °C por até nove dias. Fessel et al. (2002) observaram redução da porcentagem de germinação de sementes de alface com o aumento do tempo de condicionamento em solução de manitol (0,35 M) a 20 °C.

Para sementes de berinjela existem varias metodologias de condicionamento fisiológico que se mostraram eficientes em melhorar a qualidade das sementes. Venkatasubramanian e Umarani (2007) verificaram que o condicionamento utilizando areia com 80% da capacidade de campo, por três dias a  $26 \pm 2$  °C apresentou melhores respostas quanto à porcentagem e uniformidade de germinação das sementes. Por sua vez, Fanan e Novembre (2007) observaram que o condicionamento pode ser realizado a 20 °C entre papel toalha, utilizando água ou solução -0,5 MPa de polietileno glicol 6000 e submetidas à secagem. Por outro lado, Nascimento e Lima (2008) concluíram que a porcentagem de germinação é beneficiada quando as sementes são condicionadas em solução de  $\text{KNO}_3$  (0,35 M) por 24 a 96 em temperatura de 15 e 20 °C. Ashraf e Foolad (2005) comentam que uma série de alterações metabólicas ocorre em sementes submetidas ao condicionamento fisiológico, e a taxa de germinação pode melhorar devido ao aumento verificado na atividade de algumas enzimas. Em alguns trabalhos têm sido constatado esse comportamento, podendo até correlacionar as alterações nos padrões enzimáticos com a qualidade fisiológica das sementes (ALBUQUERQUE et al., 2009; DINIZ et al., 2009; JOSÉ et al., 1999; YEH; SUNG, 2008).

Diante do fato de não haver um consenso sobre a metodologia utilizada para o condicionamento osmótico de sementes de berinjela, objetivou-se avaliar o efeito do meio, da temperatura e do tempo de condicionamento sobre a qualidade fisiológica e a atividade enzimática de sementes de berinjela.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no Laboratório Central de Sementes da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se sementes de berinjela cv. Embu produzidas em 2007 e armazenadas em câmara fria (15 °C e 55% UR) em embalagens de papel.

As sementes foram submetidas ao condicionamento fisiológico em solução aerada, avaliando-se os seguintes fatores: temperatura (15 e 25 °C), tempo (24, 48 e 72 horas) e meio de condicionamento (água, PEG-6000, KNO<sub>3</sub> e PEG-6000 + KNO<sub>3</sub>). O potencial hídrico das soluções de condicionamento foi de -0,8 MPa, exceto para a água destilada, cujo potencial hídrico é aproximadamente igual a zero. Após a aplicação dos tratamentos, as sementes foram lavadas em água corrente e secadas a 30 °C até retornarem ao teor de água inicial.

O potencial osmótico da solução de PEG-6000 foi obtido de acordo com a equação proposta por Michel e Kaufmann (1973), enquanto que a concentração de KNO<sub>3</sub> foi determinada segundo a equação de Van't Hoff (HILLEL, 1971). A solução de PEG-6000 + KNO<sub>3</sub> foi preparada utilizando a combinação dos dois solutos.

Foram avaliadas as seguintes variáveis:

**Teor de água:** foram utilizadas duas amostras de 100 sementes e o método da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas (BRASIL, 2009).

**Porcentagem de germinação:** quatro repetições de 50 sementes foram semeadas em caixas gerbox com duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com um volume de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso seco do papel, que permaneceram em câmaras tipo BOD com temperatura alternada 20-30 °C e fotoperíodo de 12 horas, até 14 dias após a instalação do teste, quando foi computada a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

**Porcentagem de emergência:** quatro repetições de 50 sementes foram semeadas em caixas plásticas contendo areia e terra (2:1 v/v) umedecida (60% da capacidade de retenção do substrato) e mantidas em câmara de crescimento a 25 °C até 14 dias após a semeadura, quando foi computada a percentagem de plântulas normais emergidas.

**Índice de velocidade de emergência:** foram realizadas avaliações diárias das plântulas emergidas, calculando-se o índice de velocidade de emergência de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

**Condutividade elétrica:** quatro repetições de 50 sementes foram pesadas e imersas em 50 mL de água deionizada a 25 °C, por 24 horas, quando foi avaliada a condutividade elétrica da solução em condutivímetro (DIGIMED CD-21), sendo os resultados expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  de semente

**Atividade enzimática:** foi utilizada a técnica de eletroforese através da detecção de alterações nos padrões de isoenzimas. Foram seguidas as recomendações de Vieira (1996) com modificações. As sementes foram maceradas em presença de PVP e nitrogênio líquido e armazenadas a -86 °C. Para extração das isoenzimas foi utilizado tampão Tris HCl (0,2 M pH 8,0) na proporção de 250  $\mu\text{L}$  por 100 mg de sementes, que foram homogeneizados e mantidos por 12 horas a 4 °C, seguido de centrifugação a 14.000 xg por 30 minutos a 4 °C. A corrida eletroforética foi realizada em sistema de géis de poliacrilamida a 4,5% (gel concentrador) e 7,5% (gel separador). O sistema gel/eletrodo utilizado foi o Tris-glicina (pH 8,9). Foram aplicados 50  $\mu\text{L}$  do sobrenadante da amostra e a corrida efetuada a 120 V por 4 horas. Terminada a corrida, os géis foram revelados para os sistemas isoenzimáticos álcool desidrogenase (ADH), esterase (EST), superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT), segundo Alfenas et al. (1998).

**Atividade da endo- $\beta$ -mananase:** 100 sementes foram hidratadas, durante 48 horas, utilizando-se caixas gerbox com duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com um volume de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso

seco do papel. Após esse período, essas sementes foram maceradas em presença de PVP e nitrogênio líquido. Para extração da enzima, foram pesados 100 mg de sementes de cada tratamentos e adicionados 300  $\mu$ L de tampão de extração (0,1 M HEPES/0,5 M de NaCl e ácido ascórbico, pH 8,0). Em seguida, as amostras foram centrifugadas por 30 minutos a 14.000 xg e 2  $\mu$ L do sobrenadante foi aplicado em gel contendo 6 mL de LBG (Locust Bean Gum), 0,24 g de agarose e 24 mL de tampão pH 5,0 (ácido cítrico 1 M / 0,4 M de NaHPO<sub>4</sub>.2 H<sub>2</sub>O). As alíquotas foram aplicadas em furos de 2 mm feitos no gel com auxílio de furador. O gel permaneceu incubado por 21 horas a 25 °C e em seguida, foi revelado segundo metodologia de Silva et al. (2004). A atividade da enzima endo- $\beta$ -mananase foi calculada de acordo com Downie, Hilhorst e Bewley (1994).

Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial 2x3x4 mais uma testemunha adicional constituída por sementes sem condicionamento. Após a tabulação dos dados, procedeu-se a análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey e a comparação da testemunha com os tratamentos resultantes do fatorial foi realizada pelo teste de Dunnett, aos 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 2006).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água inicial das sementes (testemunha) foi de 10,6% (Tabela 1). Em geral, nas sementes condicionadas a 15 °C verificou-se maior grau de umidade e menor variação entre as sementes submetidas aos diferentes meios de condicionamento (34,5 - 38,9%). Isso pode ter ocorrido devido à precipitação de soluto, que foi verificado durante o condicionamento das sementes a essa temperatura. Assim, houve uma maior quantidade de água disponível para a embebição, proporcionando maiores teores de água nessas sementes. A 25 °C, houve maior variação entre as soluções, sendo as menores médias verificados para as sementes condicionadas em PEG (18,8 – 22,0%), onde a embebição foi controlada pelo potencial hídrico da solução (-0,8 MPa). Os maiores valores foram observados para as sementes imersas diretamente em água (31,8 – 35,3%), onde a hidratação não é controlada, uma vez que o potencial hídrico da água é aproximadamente igual a zero. Para as sementes condicionadas em presença de  $\text{KNO}_3$ , foram observados valores intermediários (27,0 – 32,7%), pois mesmo havendo controle da embebição pelo potencial hídrico da solução, o nitrato de potássio se dissocia em íons, que podem ser absorvidos pelas sementes (TRIGO; NEDEL; TRIGO, 1999), o que reduz o seu potencial hídrico e aumenta a absorção de água.

Tabela 1 Médias do teor de água (%) de sementes de berinjela cv. Embu submetidas ao condicionamento fisiológico em duas temperaturas, quatro meios e por três períodos e testemunha adicional

Temperatura	Meio de condicionamento	Tempo (horas)		
		24	48	72
15 °C	Água	37,5	36,6	37,4
	PEG-6000	35,6	35,0	34,8
	KNO <sub>3</sub>	37,3	35,6	38,9
	PEG+KNO <sub>3</sub>	34,5	36,2	36,5
25 °C	Água	31,8	35,1	35,3
	PEG-6000	22,0	18,8	19,7
	KNO <sub>3</sub>	32,7	32,7	30,2
	PEG+KNO <sub>3</sub>	27,0	27,0	27,7
Testemunha		10,6		

Pela análise de variância apresentada na Tabela 2, observa-se que a interação entre os três fatores estudados não foi significativa em nenhuma das variáveis analisadas. Na porcentagem de germinação, verificou-se efeito significativo apenas para o meio de condicionamento. Para a porcentagem e índice de velocidade de emergência, verificou-se interação significativa entre temperatura e meio de condicionamento. Para a condutividade elétrica, houve interação significativa para temperatura e meio, e temperatura e tempo de condicionamento. Quanto à interação entre o fatorial e a testemunha adicional, constatou-se efeito significativo em quase todas as variáveis, exceto para a porcentagem de germinação.

Tabela 2 Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG), porcentagem (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de sementes de berinjela cv. Embu submetidas ao condicionamento fisiológico em duas temperaturas, quatro meios e por três períodos e testemunha adicional (sementes sem condicionamento)

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		PG	PE	IVE	CE
Temperatura (A)	1	0,667	384,000*	0,185	1014,390**
Meio (B)	3	187,222**	1281,611**	13,193**	5079,272**
Tempo (C)	2	59,375	34,875	0,723	112,581
A x B	3	25,889	257,444*	1,391**	122,973
A x C	2	107,292	63,875	0,129	324,283*
B x C	6	78,764	26,986	0,329	212,557*
A x B x C	6	23,681	71,319	0,387	66,833
Fatorial vs. Adic.	1	138,240	907,740**	5,369**	14086,256**
Resíduo	75	39,027	65,253	0,300	90,867
CV (%)		7,16	10,00	10,67	20,31

\*Significativo aos 5% de probabilidade pelo teste F; \*\*Significativo em 1% de probabilidade pelo teste F

As maiores médias para a porcentagem de germinação foram obtidas em sementes submetidas ao condicionamento fisiológico em água e em nitrato de potássio, 90 e 89% (Tabela 3). Por outro lado, as sementes condicionadas em polietileno glicol apresentaram os menores valores de germinação (84%). Para as sementes condicionadas em solução de PEG+KNO<sub>3</sub>, verificou-se valor intermediário (88%), que não diferiu estatisticamente da porcentagem de germinação observada para as sementes tratadas em água e KNO<sub>3</sub> e das sementes condicionadas em PEG. Trigo e Trigo (1999) também observaram que o condicionamento em água e em KNO<sub>3</sub> são eficientes em melhorar a germinação de sementes de berinjela. Nascimento e Lima (2008) verificaram resultados similares avaliando o condicionamento fisiológico de sementes de berinjela, em que o PEG prejudicou a germinação e o KNO<sub>3</sub> proporcionou melhor desempenho germinativo das sementes.

Tabela 3 Médias da porcentagem de germinação de sementes de berinjela cv. Embu submetidas ao condicionamento fisiológico em quatro meios

<b>Meio de condicionamento</b>	<b>Germinação (%)</b>
Água	90 a <sup>1</sup>
PEG-6000	84 b
KNO <sub>3</sub>	89 a
PEG+KNO <sub>3</sub>	88 ab

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey aos 5% de probabilidade

Apesar de terem sido observadas diferenças significativas entre os valores de germinação para as soluções, quando os tratamentos foram comparados à testemunha (82%), não foram constatadas diferenças significativas (Tabela 4). O teste de germinação é realizado em condições ótimas, principalmente de temperatura e disponibilidade de água (NASCIMENTO; LIMA, 2008). Dessa forma, lotes de sementes com viabilidades semelhantes e com diferentes níveis de vigor não seriam diferenciados pelo teste de germinação.

Tabela 4 Comparação entre a testemunha adicional e cada tratamento resultante do fatorial para porcentagem de germinação (PG), porcentagem de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE –  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )

Meio	Tempo	PG		PE		IVE		CE	
		Temperatura (°C)							
		15	25	15	25	15	25	15	25
Água	24	91	87	84*	93*	5,65*	5,90*	29,64*	22,21*
	48	89	94	81	90*	5,46*	5,49*	35,88*	26,43*
	72	90	91	87*	85*	6,02*	5,48*	28,04*	21,49*
PEG	24	83	82	67	74	3,84	4,37	39,72*	46,61*
	48	88	89	67	74	4,11	4,17	42,75*	39,05*
	72	80	82	67	79	4,18	4,38	38,81*	35,67*
KNO <sub>3</sub>	24	94	89	91*	80	6,10*	4,83	61,32*	62,53*
	48	93	87	87*	82	5,97*	5,37*	71,67*	63,89*
	72	83	87	92*	89*	6,49*	6,06*	64,77*	48,05*
PEG+KNO <sub>3</sub>	24	88	83	81	82	5,10	4,92	42,68*	42,75*
	48	84	91	74	90*	4,70	5,44*	50,82*	42,92*
	72	88	94	79	84*	5,02	5,17*	67,04*	43,50*
Testemunha		82		66		3,99		105,08	
DMS		13		17		1,15		20,09	

Os valores seguidos por \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett aos 5% de probabilidade

O efeito benéfico do condicionamento fisiológico foi evidenciado pelos resultados de emergência de plântulas apresentados na Tabela 5. Na temperatura de 15 °C, as maiores médias foram observadas em sementes condicionadas em água (84%) e KNO<sub>3</sub> (90%), que não diferiram entre si. Quando se utilizou PEG+KNO<sub>3</sub>, observou-se redução da emergência de plântulas (78%). O decréscimo da emergência de plântulas foi mais acentuado quando se utilizou apenas PEG, reduzindo para 67%. A 25 °C, as maiores porcentagens de emergência foram observadas quando se utilizou água (89%) e PEG+KNO<sub>3</sub> (85%), que não diferiram entre si. A menor média foi constatada em sementes condicionadas em PEG (75%). Quando se utilizou apenas KNO<sub>3</sub>, a média da porcentagem de emergência foi de 84%, que não diferiu dos demais tratamentos. Pela comparação com a testemunha (Tabela 4), observou-se que o condicionamento fisiológico proporcionou incrementos na porcentagem de emergência, destacando-se principalmente os tratamentos em que se utilizaram água e KNO<sub>3</sub>. Trigo e Trigo (1999) também observaram incrementos na porcentagem de emergência, em relação à testemunha, quando as sementes foram condicionadas em água ou KNO<sub>3</sub>.

Tabela 5 Médias da porcentagem e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de berinjela cv. Embu oriundas de sementes submetidas ao condicionamento fisiológico em quatro meios e em duas temperaturas

Meio de condicionamento	Emergência (%)		IVE	
	15 °C	25 °C	15 °C	25 °C
Água	84 abA <sup>1</sup>	89 aA	5,71 aA	5,62 aA
PEG-6000	67 cB	75 bA	4,04 cA	4,31 bA
KNO <sub>3</sub>	90 aA	84 abA	6,19 aA	5,42 aB
PEG+KNO <sub>3</sub>	78 bB	85 aA	4,94 bA	5,18 aA

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey aos 5% de probabilidade

Para o índice de velocidade de emergência, verificou-se que, para o condicionamento fisiológico a 15 °C, as maiores médias foram observadas em

sementes condicionadas com água (5,71) e  $\text{KNO}_3$  (6,19), seguido pelo PEG+ $\text{KNO}_3$  (4,94) (Tabela 5). A 25 °C, não houve diferença significativa para esta variável quando as sementes foram condicionadas em água (5,62),  $\text{KNO}_3$  (5,42) e PEG+ $\text{KNO}_3$  (5,18). Nas duas temperaturas, verificou-se que o PEG não foi tão efetivo em melhorar o vigor das sementes, obtendo-se em ambas, as menores velocidades de emergência de plântulas. Observaram-se incrementos na velocidade de emergência das plântulas provenientes de sementes osmocondicionadas em relação à testemunha (3,99), destacando-se novamente o condicionamento em água e  $\text{KNO}_3$  (Tabela 4).

Confrontando-se os resultados de emergência de plântulas (Tabela 5) com os de germinação (Tabela 2), verificou-se que o condicionamento fisiológico proporcionou incrementos no vigor das sementes. Resultados similares foram observados por Nascimento e Lima (2008) e Trigo e Trigo (1999), ambos trabalhando com sementes de berinjela. Trigo, Nedel e Trigo (1999) comentam que a vantagem do condicionamento utilizando  $\text{KNO}_3$  pode estar relacionada ao fato de este atuar como fonte adicional de potássio e nitrogênio durante a germinação das sementes. Por outro lado, o PEG restringe a difusão do oxigênio na solução de condicionamento, comprometendo a respiração das sementes (MARCOS FILHO, 2005; NASCIMENTO; COSTA, 2009), podendo até haver indução de uma dormência secundária (TRIGO; NEDEL; TRIGO, 1999).

Para a condutividade elétrica, verificou-se que nas duas temperaturas estudadas não houve diferença significativa entre os tempos de condicionamento (Tabela 6). Para o tempo de 24 horas não foi observada diferença significativa entre as temperaturas. Por outro lado, para os tempos de 48 e 72 horas verificou-se que as condutividades elétricas das sementes condicionadas a 15 °C (50,28 e 49,66  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ) foram superiores àquelas verificadas para as sementes submetidas ao condicionamento a 25 °C (43,07 e 37,18  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ). Esse

resultado pode ter ocorrido devido a atrasos ou falhas que ocorrem na reestruturação das membranas celulares de sementes submetidas ao condicionamento fisiológico em temperaturas mais baixas (MARCOS FILHO, 2005).

Tabela 6 Médias da condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) de sementes de berinjela cv. Embu submetidas ao condicionamento fisiológico em duas temperaturas por três períodos

Temperatura (°C)	Tempo (horas)		
	24	48	72
15	43,34 aA <sup>1</sup>	50,28 aA	49,66 aA
25	43,53 aA	43,07 bA	37,18 bA

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey aos 5% de probabilidade

Quando se comparou a média da testemunha ( $105,08 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) com a as médias dos demais tratamentos (Tabela 4), percebeu-se expressiva redução da condutividade elétrica, podendo-se inferir que houve reorganização de membranas das sementes submetidas ao condicionamento fisiológico. Esses resultados corroboram com aqueles obtidos por Fanan e Novembre (2007) e Pandita, Anand e Nagarajan (2007), que verificaram menor condutividade elétrica de sementes de berinjela e pimenta após o condicionamento fisiológico, em relação à testemunha.

Pelos dados apresentados na Tabela 7, não foi observada diferença significativa entre os tempos de condicionamento para a condutividade elétrica, exceto quando se utilizou PEG+KNO<sub>3</sub>, em que se detectou maior condutividade após 72 horas de condicionamento ( $55,27 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) e a menor média foi observada com 24 horas de tratamento ( $42,71 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ). A condutividade verificada para as sementes osmocondicionadas por 48 horas ( $46,87 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) não diferiu dos demais períodos. Ainda na Tabela 7, observou-se que, entre as soluções, em geral, a maior condutividade elétrica foi verificada nas sementes

condicionadas com  $\text{KNO}_3$ , e a menor, quando se utilizou água. Esse resultado se deve à absorção de  $\text{K}^+$  e  $\text{NO}_3^-$  durante o condicionamento fisiológico em nitrato de potássio e posterior liberação desses íons para a água de embebição no teste de condutividade elétrica (SANTOS et al., 2008).

Tabela 7 Médias da condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) de sementes de berinjela cv. Embu submetidas ao condicionamento fisiológico em quatro meios por três períodos

Meio de condicionamento	Tempo (horas)		
	24	48	72
Água	25,92 cA <sup>1</sup>	31,15 cA	24,76 bA
PEG-6000	43,16 bA	40,90 bcA	37,24 bA
$\text{KNO}_3$	61,92 aA	67,78 aA	56,41 aA
PEG+ $\text{KNO}_3$	42,71 bB	46,87 bAB	55,27 aA

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey aos 5% de probabilidade

Quanto à atividade enzimática, não foi observada uma relação direta com os resultados da avaliação da qualidade fisiológica. Entretanto foram constatadas alterações dos padrões em relação à testemunha e variações entre os tratamentos.

Na Figura 1, para o padrão da álcool desidrogenase, não se observou atividade nas sementes sem condicionamento, assim como nos tratamentos com água a 15 °C por 24 horas e PEG a 25 °C por 48 e 72 horas. Contudo, para o condicionamento em presença de  $\text{KNO}_3$ , houve aumento na atividade da ADH. Albuquerque et al. (2009) também verificaram alterações nos padrões da ADH em sementes de pimentão submetidas ao condicionamento fisiológico. Segundo Marcos Filho (2005), a ADH atua na conversão de acetaldeído a etanol, reduzindo a toxicidade dos produtos da respiração anaeróbica.

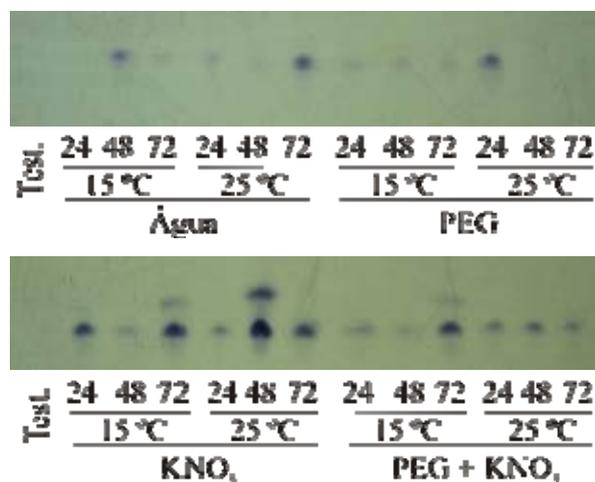


Figura 1 Padrão do sistema isoenzimático álcool desidrogenase observado em sementes de berinjela cv. Embu submetidas ao condicionamento fisiológico em quatro meios, duas temperaturas, três períodos e testemunha adicional (Test.)

Para a esterase (Figura 2), observou-se menor atividade nas sementes sem condicionamento em relação àquelas submetidas ao condicionamento apenas em água e em presença de PEG, principalmente a 15 °C por 48 e 72 horas. Verificou-se aumento na atividade dessa enzima nas sementes condicionadas em PEG+KNO<sub>3</sub> por 72 horas, nas duas temperaturas. Diniz et al. (2009) comentam que alterações nos padrões da EST podem ser evidências de que estão ocorrendo eventos deteriorativos, pois essa enzima está associada a reações de hidrólise de ésteres, estando intimamente relacionadas à degradação de lipídios de membranas.

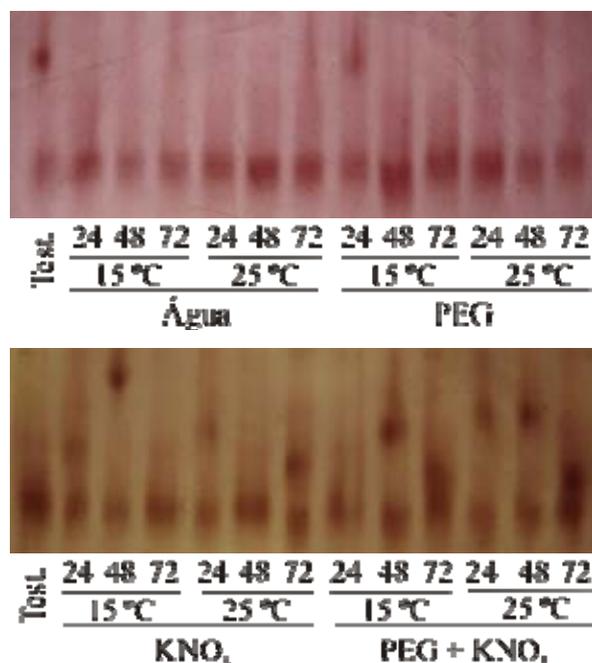


Figura 2 Padrão do sistema isoenzimático esterase observado em sementes de berinjela cv. Embu submetidas ao condicionamento fisiológico em quatro meios, duas temperaturas, três períodos e testemunha adicional (Test.)

No padrão enzimático da superóxido dismutase (Figura 3), observou-se que, em geral, as sementes da testemunha apresentaram menor atividade e que houve redução da atividade nas sementes condicionadas em PEG+KNO<sub>3</sub> a 25 °C por 72 horas, em relação àquelas condicionadas por 48 horas.

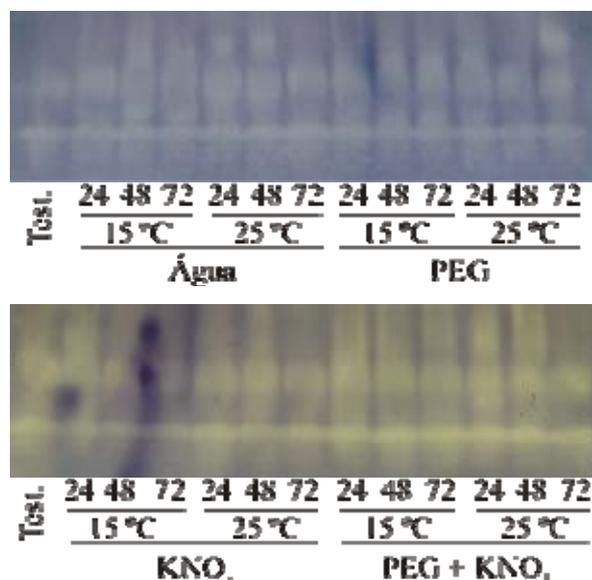


Figura 3 Padrão do sistema isoenzimático superóxido dismutase observado em sementes de berinjela cv. Embu submetidas ao condicionamento fisiológico em quatro meios, duas temperaturas, três períodos e testemunha adicional (Test.)

Com relação à catalase (Figura 4), houve maior atividade nas sementes condicionadas em água a 25 °C do que a 15 °C. O mesmo comportamento foi verificado nas sementes condicionadas com PEG a partir de 48 horas, nas duas temperaturas. Observou-se que nas sementes condicionadas com PEG+KNO<sub>3</sub> a 25 °C houve maior atividade a partir de 48 horas. José et al. (1999) também verificaram alterações nos padrões da CAT em sementes de pimentão submetidas ao condicionamento fisiológico em PEG, KNO<sub>3</sub> e PEG+KNO<sub>3</sub>.

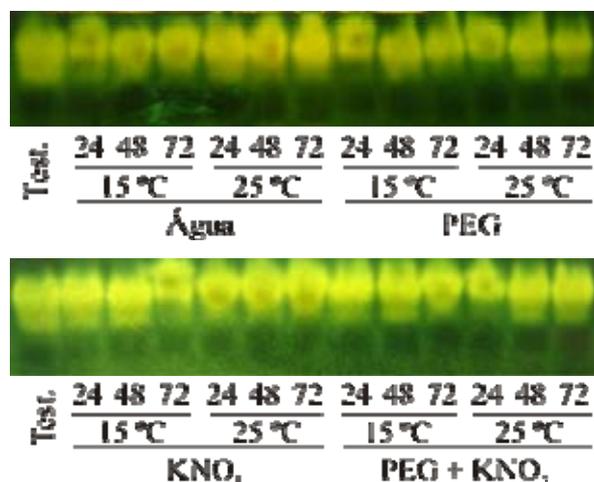


Figura 4 Padrão do sistema isoenzimático catalase observado em sementes de berinjela cv. Embu submetidas ao condicionamento fisiológico em quatro meios, duas temperaturas, três períodos e testemunha adicional (Test.)

Como se sabe, a SOD e a CAT estão envolvidas em um mecanismo de proteção responsável pela remoção de produtos tóxicos, nesse caso os superóxidos e a água oxigenada, mantendo-os em níveis reduzidos. Yeh e Sung (2008) verificaram alterações nos padrões dessas enzimas em sementes de melão de São Caetano submetidas ao condicionamento fisiológico. Esses autores comentam ainda que uma das causas do envigoramento das sementes após o condicionamento é a melhor eficiência do sistema antioxidante.

Para a enzima endo- $\beta$ -mananase (Gráfico 1), observou-se maior atividade nas sementes osmocondicionadas por 24 horas em relação a 72 horas e testemunha, exceto para aquelas condicionadas em PEG+KNO<sub>3</sub>, que nas sementes condicionadas por 72 horas houve maior atividade, em relação às sementes tratadas por 24 horas e testemunha. Nascimento e Cantliffe (2000) relatam que essa enzima está relacionada ao enfraquecimento da parede celular

do endosperma, facilitando a emissão da radícula e, ainda, podendo atuar como fonte inicial de reservas para o crescimento do embrião.

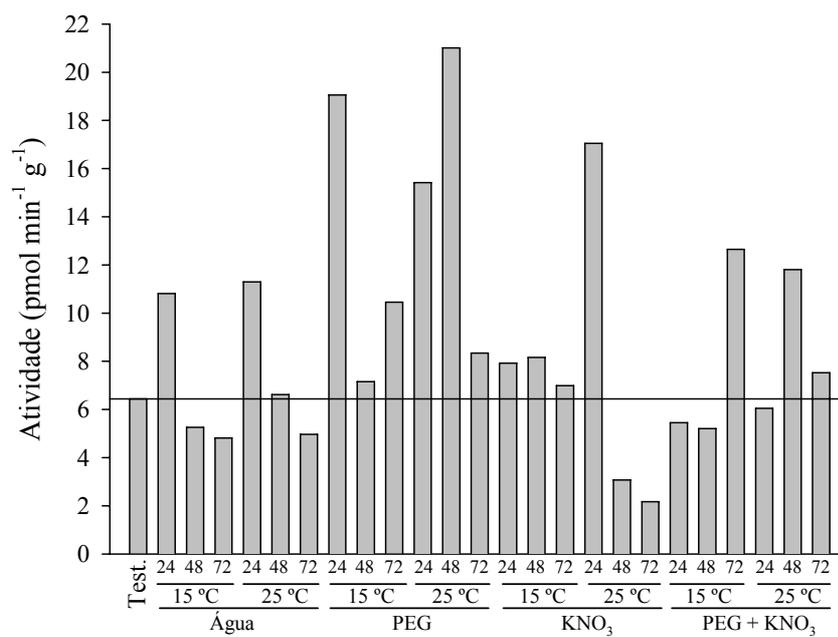


Gráfico 1 Atividade da endo-β-mananase em sementes de berinjela cv. Embu submetidas ao condicionamento fisiológico em quatro meios, duas temperaturas, três períodos e testemunha adicional (Test.)

#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram concluir que:

- a) o condicionamento fisiológico não afeta a germinação e melhora o vigor das sementes de berinjela;
- b) o condicionamento das sementes de berinjela em água ou  $\text{KNO}_3$  eficiente no envigoreamento das sementes;
- c) observam-se alterações nos padrões enzimáticos de sementes de berinjela submetidas ao condicionamento fisiológico;
- d) a atividade da endo- $\beta$ -mananase é maior nas sementes condicionadas por 24 horas do que naquelas condicionadas por 72 horas e nas sementes sem esse tratamento.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, K. S. et al. Condicionamento osmótico e giberelina na qualidade fisiológica de sementes de pimentão colhidas em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 100-109, jul./ago. 2009.
- ALFENAS, A. C. et al. **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 574 p.
- ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Pre-sowing seed treatment: a shot gun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 88, p. 223-271, Oct. 2005.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.
- BITTENCOURT, M. L. C. et al. Efeito do condicionamento osmótico das sementes na germinação e no crescimento das plântulas de aspargo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 50-56, jan./fev. 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.
- DINIZ, K. A. et al. Qualidade de sementes de alface enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 228-238, jan./fev. 2009.
- DOWNIE, B.; HILHORST, H. W. M.; BEWLEY, J. D. A new assay for quantifying endo- $\beta$ -mannanase activity using Congo Red dye. **Phytochemistry**, Oxford, v. 36, n. 4, p. 829-835, July 1994.
- FANAN, S.; NOVENBRE, A. D. L. C. Condicionamento fisiológico de sementes de berinjela. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 675-683, 2007.
- FESSEL, S. A. et al. Germinação de sementes de alface submetidas a condicionamento osmótico durante o armazenamento. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 73-77, 2002.

GHASSEMI-GOLEZANI, K.; ESMAEILPOUR, B. The effect of salt priming on the performance of differentially matured cucumber (*Cucumis sativus*) seeds. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, Cluj-Napoca, v. 36, n. 2, p. 67-70, 2008.

HILLEL, D. **Soil and water: physical principles and processes**. New York: Academic, 1971. 288 p.

JOSÉ, S. C. B. R. et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas de sementes de pimentão submetidas ao condicionamento, utilizando diferentes agentes osmóticos e meios de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 217-223, mar./abr. 1999.

JOSÉ, S. C. B. R.; 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, mar./abr. 2000.

KIKUTI, A. L. P.; KIKUTI, H.; MINAMI, K. Condicionamento fisiológico em sementes de pimentão. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 243-248, 2005.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MICHEL, B. E.; KAUFMANN, M. R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 51, p. 914-916, 1973.

MIRANDA, Z. F. S. et al. Avaliação da qualidade de sementes de berinjela (*Solanum melongena* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 125-129, abr./jun. 1992.

NASCIMENTO, W. M.; CANTLIFFE, D. J. Produção de etileno, atividade de endo- $\beta$ -mananase e germinação de sementes de alface em resposta a luz e a temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 1-5, mar./abr. 2000.

NASCIMENTO, W. M.; COSTA, C. J. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. (Ed.). **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2009. p. 345-396.

NASCIMENTO, W. M.; LIMA, L. B. Condicionamento osmótico de sementes de berinjela visando a germinação sob temperaturas baixas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 224-227, mar./abr. 2008.

PANDITA, V. K.; ANAND, A.; NAGARAJAN, S. Enhancement of seed germination in hot pepper following presowing treatments. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 35, n. 2, p. 282-290, July 2007.

PELUZIO, L. E. et al. Efeito do condicionamento osmótico na embebição e na germinação de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 161-169, mar./abr. 1999.

PEREIRA, M. D. et al. Germinação e vigor de sementes de cenoura osmocondicionadas em papel umedecido e solução aerada. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 137-145, mar./abr. 2008.

SANTOS, M. C. A. et al. Condicionamento osmótico de sementes. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 1-6, 2008.

SILVA, E. A. A. et al. Abscisic acid controls embryo growth potential and endosperm cap weakening during coffee (*Coffea arabica* L. cv. Rubi) seed germination. **Planta**, Berlin, v. 220, n. 2, p. 251-261, Feb. 2004.

TAYLOR, A. G. et al. Seed enhancements. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 8, n. 2, p. 245-256, June 1998.

TRIGO, M. F. O. O.; NEDEL, J. L.; TRIGO, L. F. N. Condicionamento osmótico em sementes de cebola: I., efeitos sobre a germinação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1059-1067, 1999.

TRIGO, M. F. O. O.; TRIGO, L. F. N. Efeito do condicionamento fisiológico na germinação e no vigor de sementes de berinjela (*Solanum melongena* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 107-113, jan./fev. 1999.

VENKATASUBRAMANIAN, A.; UMARANI, R. Evaluation of seed priming methods to improve seed performance of tomato (*Lycopersicon esculentum*), eggplant (*Solanum melongena*) and chilli (*Capsicum annum*). **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 35, n. 2, p. 487-493, July 2007.

VIEIRA, M. G. C. G. **Utilização de marcadores moleculares no monitoramento da qualidade sanitária e nível de deterioração de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. 1996. 127 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

YEH, Y. M.; SUNG, J. M. Priming slows deterioration of artificially aged bitter gourd seeds by enhancing anti-oxidative activities. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 36, n. 2, p. 350-359, July 2008.

## CAPÍTULO 3

### Qualidade fisiológica de sementes de berinjela submetidas ao osmocondicionamento e à aplicação de giberelina

#### RESUMO

O condicionamento fisiológico é uma técnica de envigoramento de sementes bastante estudada, principalmente em hortaliças. O uso de reguladores de crescimento tem sido associado ao condicionamento fisiológico para potencializar os efeitos benéficos do priming. Um fator que pode afetar os resultados do condicionamento fisiológico é a qualidade inicial do lote de sementes. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação de giberelina via condicionamento fisiológico de sementes de berinjela com diferentes níveis de qualidade. Foram utilizados três lotes de sementes de berinjela cv. Embu, que foram classificados quanto ao vigor: A e B – alto vigor e C – baixo vigor. Cada lote foi dividido em cinco porções, nas quais foram aplicadas cinco doses de giberelina (0; 0,1; 1,0; 10,0 e 100,0  $\mu\text{M}$ ) via condicionamento fisiológico em solução aerada de  $\text{KNO}_3$  (-0,8 MPa) a 25 °C por 48 horas. Após o condicionamento, as sementes foram lavadas em água corrente e secadas a temperatura ambiente até retornarem à umidade inicial. As variáveis analisadas foram: porcentagem de germinação, porcentagem e índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes, e os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial  $3 \times 5 + 3$ , ou seja, três lotes, cinco doses de giberelina e três testemunhas adicionais, que foram os lotes de sementes sem condicionamento. Conclui-se que a aplicação de giberelina via condicionamento fisiológico não é eficiente para melhorar o vigor de sementes de berinjela; a qualidade fisiológica de sementes de berinjela não é afetada pela aplicação de giberelina; o condicionamento é mais eficiente em lotes de sementes com menor vigor.

Palavras-chave: *Solanum melongena*. Germinação. Vigor. Regulador de crescimento.

### ABSTRACT

Priming is a much studied technique of invigoration of seeds, mainly in vegetables seeds. The use of growth regulators has been associated to this treatment to amplify the effects of the priming. The initial quality of seed lot is a factor that can affect the results of priming. It was aimed to evaluate the effects of the application of gibberellins by priming of eggplant seeds with different levels of quality. Three lots of eggplant seeds cv. Embu were classified according to the vigor: A and B – high vigor and C – low vigor. Each lot was divided in five portions, in what were applied five doses of gibberellins (0, 0.1, 1.0, 10.0 and 100.0  $\mu\text{M}$ ) by the priming in aerated solution of  $\text{KNO}_3$  (-0.8 MPa) at 25 °C during 48 hours. After the priming, the seeds were washed in water and dried at environmental temperature until return at the initial moisture. The following variables were analyzed: percentage of germination, percentage and speed index of emergence and electrical conductivity. A completely randomized design with four replicates of 50 seeds was used and the treatments were disposed in a factorial arrangement  $3 \times 5 + 3$ , three lots, five doses of gibberellin and three controls, which were each lot without priming. It is concluded that the application of gibberellins by priming is not efficient to improve the vigor of eggplant seeds; the physiological quality of eggplant seeds is not affected by the application of gibberellin; the priming is more efficient to improve the performance of eggplant seed lots with low vigor.

Keywords: *Solanum melongena*. Germination. Vigor. Growth regulator.

## 1 INTRODUÇÃO

O condicionamento fisiológico é uma técnica que visa controlar a hidratação das sementes, iniciando os processos preparatórios para a germinação, sem, no entanto, permitir que a protrusão da radícula ocorra (ASHRAF; FOOLAD, 2005; GHASSEMI-GOLEZANI; ESMAEILPOUR, 2008; MARCOS FILHO, 2005; PANDITA; ANAD; NAGARAJAN, 2007; TAYLOR et al., 1998). Esse tratamento pode proporcionar reduções no tempo necessário para a germinação, bem como acelerar e uniformizar a emergência de plântulas (BITTENCOURT et al., 2004; KAYA et al., 2006; SANTOS et al., 2008). Resultados promissores já foram observados em sementes de várias olerícolas como alface (NASCIMENTO; CANTLIFFE, 1998), beterraba (COSTA; VILLELA, 2006; ROSSETTO; MINAMI; NAKAGAWA, 1998), cebola (TRIGO; NEDEL; TRIGO, 1999), cenoura (BALBINOT; LOPES, 2006) pimentão (POSSE et al., 2003; POSSE; SILVA; VIEIRA, 2004), tomate e pimenta (VENKATASUBRAMANIAN; UMARANI, 2007) e berinjela (FANAN; NOVEMBRE, 2007; NASCIMENTO; LIMA, 2008; VENKATASUBRAMANIAN; UMARANI, 2007).

As giberelinas, além de estarem relacionadas à superação de dormência em algumas espécies, também estão envolvidas na indução da síntese de enzimas responsáveis pelo enfraquecimento do tegumento, como a endo- $\beta$ -mananase (BORGHETTI, 2004; SILVA et al., 2005). Lopes e Souza (2008) afirmam que o uso de reguladores de crescimento durante o processo germinativo pode acelerar a emergência e melhorar o desenvolvimento das plântulas. Desta maneira, a fim de tentar potencializar o efeito do condicionamento fisiológico sobre o processo germinativo, em algumas pesquisas têm sido realizadas com a aplicação de giberelina via solução de condicionamento, sendo observados resultados positivos para algumas espécies

(ANDREOLI; KHAN, 1999; LOPES; SOUZA, 2008), enquanto em outras não há efeito significativo (ALBUQUERQUE et al., 2009; TIRYAKI; BUYUKCINGIL, 2009).

A qualidade inicial do lote de sementes é um fator importante a ser considerado quando se utiliza o condicionamento fisiológico, tendo em vista que a resposta a esse tratamento pode ser afetada (BITTENCOURT et al., 2004; CASEIRO; BENNETT; MARCOS FILHO, 2004). Alguns pesquisadores recomendam o uso de sementes com alto vigor para se obter melhores resultados com o condicionamento (PARERA; CANTLIFFE, 1994). Por outro lado, outros estudos apontam que os efeitos benéficos do priming são mais evidentes em sementes de baixa qualidade fisiológica (ÁVILA et al., 2008; FIALHO et al., 2010; KIKUTI; MARCOS FILHO, 2009; LIMA; MARCOS FILHO, 2010; SZAFIROWSKA; KHAN; PECK, 1981), não se esperando resposta significativa após o condicionamento de sementes com alto potencial fisiológico (MARCOS FILHO; KIKUTI, 2008).

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos da aplicação de giberelina via condicionamento fisiológico em sementes de berinjela com diferentes níveis de qualidade.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no Laboratório Central de Sementes da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizadas sementes de berinjela cv. Embu produzidas em 2007, que foram acondicionadas em embalagens de papel e armazenadas em câmara fria (15 °C e 55% UR) até o início dos ensaios.

Com a finalidade de se obter lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade, inicialmente, as sementes foram submetidas à deterioração controlada por diferentes tempos. Primeiramente, o teor de água das sementes foi elevado até 24%. Depois, o lote de sementes foi dividido em três porções. Uma porção permaneceu sob condições ambientais (lote A), enquanto as outras duas foram submetidas à deterioração controlada a 42 °C durante 24 (lote B) e 48 horas (lote C). Em seguida, foram realizados testes de germinação, emergência e condutividade elétrica, a fim de classificá-los quanto à viabilidade e ao vigor. Esses dados foram submetidos à análise de variância de acordo com um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições para cada lote. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey aos 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 2006). Os resultados encontram-se na Tabela 1.

Após a separação dos lotes de sementes de berinjela quanto ao vigor, as sementes foram osmocondicionadas em soluções aeradas de nitrato de potássio ( $\Psi_s = -0,8$  MPa) durante 48 horas a 25 °C, em presença de giberelina nas seguintes concentrações: 0; 0,1; 1,0; 10,0 e 100,0  $\mu\text{M}$ . Após o condicionamento, as sementes foram lavadas em água corrente e submetidas a secagem a temperatura ambiente até retornarem à umidade inicial. Foram avaliadas as seguintes variáveis:

**Teor de água:** foram utilizadas duas amostras de 100 sementes e o método da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas (BRASIL, 2009).

**Porcentagem de germinação:** quatro repetições de 50 sementes foram semeadas em caixas gerbox com duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com um volume de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso seco do papel, que permaneceram em câmaras tipo BOD com temperatura alternada 20-30 °C e fotoperíodo de 12 horas até 14 dias após a instalação do teste, quando foi computada a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

**Porcentagem de emergência:** quatro repetições de 50 sementes foram semeadas em caixas plásticas contendo areia e terra (2:1 v/v) umedecida (60% da capacidade de retenção do substrato) e mantidas em câmara de crescimento a 25 °C, até 14 dias após a semeadura, quando foi computada a porcentagem de plântulas normais emergidas.

**Índice de velocidade de emergência:** foram realizadas avaliações diárias das plântulas emergidas, calculando-se o índice de velocidade de emergência de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

**Condutividade elétrica:** quatro repetições de 50 sementes foram pesadas e imersas em 50 mL de água deionizada a 25 °C, por 24 horas, quando foi avaliada a condutividade elétrica da solução em condutivímetro (DIGIMED CD-21), sendo os resultados expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  de semente

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, e os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 3x5+3, ou seja, três lotes de sementes, cinco concentrações de giberelina e três tratamentos adicionais, sementes sem condicionamento fisiológico. Após a tabulação dos dados, procedeu-se a análise de variância, efetuando-se a comparação de médias pelo teste de Tukey aos 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 2006). As comparações dos tratamentos adicionais com as médias de cada lote provenientes do esquema fatorial foram realizadas pelo teste de Scheffé aos 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 2006).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontra-se o perfil inicial dos lotes de sementes de berinjela, após a deterioração controlada. Pela porcentagem de germinação não foi observada diferença significativa entre os lotes, o que pode se dever ao elevado coeficiente de variação calculado para essa variável (22,9%) que denotou uma germinação desuniforme entre as repetições de um mesmo tratamento. Pela porcentagem e índice de velocidade de emergência, os lotes foram separados em dois níveis de vigor, sendo os lotes A e B de alto vigor, e o lote C de baixo vigor. Pelo teste de condutividade elétrica também não foi possível diferenciar os lotes quanto ao vigor.

Tabela 1 Perfil inicial dos lotes de sementes de berinjela cv. Embu quanto à porcentagem de germinação (PG), porcentagem (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE –  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )

Lote	PG	PE	IVE	CE
A	77 a <sup>1</sup>	73 a	5,29 a	60,81 a
B	83 a	74 a	5,62 a	61,04 a
C	74 a	51 b	3,61 b	64,50 a
<b>CV (%)</b>	22,90	11,51	13,36	7,08

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey aos 5% de probabilidade

O teor de água inicial dos três lotes de sementes de berinjela encontrava-se em torno de 9% (Tabela 2). Após o condicionamento fisiológico, a umidade chegou a valores entre 27,8 e 36,1%, não sendo verificado nenhum padrão entre os lotes nem entre as doses de giberelina. Resultados contrastantes foram obtidos por Jamil e Rha (2007), que observaram incrementos no teor de água de sementes de beterraba submetidas ao condicionamento com o aumento das doses de giberelina.

Tabela 2 Teor de água (%) inicial e após condicionamento fisiológico de três lotes de sementes de berinjela cv. Embu em presença giberelina aplicada em cinco doses

Lote	Inicial	Doses de giberelina ( $\mu\text{M}$ )				
		0	0,1	1,0	10,0	100,0
A	9,3	35,0	32,8	33,9	31,5	31,7
B	9,2	35,3	36,1	33,4	33,0	34,2
C	9,5	32,3	35,3	27,8	33,5	36,0

Pela análise de variância (Tabela 3), foi observado efeito significativo dos fatores estudados apenas para a condutividade elétrica, em que houve interação entre lotes e doses de giberelina. Para as demais variáveis não foi observado efeito significativo de nenhum dos fatores estudados.

Tabela 3 Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação (PG), porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de três lotes de sementes de berinjela cv. Embu submetidas ao condicionamento fisiológico com cinco doses de giberelina e três tratamentos adicionais (lotes A, B e C)

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		PG	PE	IVE	CE
Lote (L)	2	51,47	24,27	0,91	880,09**
Dose (D)	4	82,77	25,23	0,51	40,22
L x D	8	43,72	29,43	0,33	233,45**
Fatorial vs. Adic.	1	1545,88**	6864,40**	66,13**	2023,93**
A e B vs. C	1	96,00	1290,67**	9,05**	33,84
A vs. B	1	72,00	2,00	0,22	0,10
Resíduo	54	75,28	24,15	0,35	69,05
CV (%)		9,82	5,62	8,45	11,23

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

As médias observadas para porcentagem de germinação, porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência dos lotes de sementes analisados após o condicionamento não diferiram estatisticamente entre si, apresentando médias iguais a 90%, 92% e 7,41, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 Médias da porcentagem de germinação, porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) de três lotes de sementes de berinjela cv Embu submetidas ao condicionamento fisiológico

<b>Lote</b>	<b>Germinação (%)</b>	<b>Emergência (%)</b>	<b>IVE</b>
<b>A</b>	90	93	7,51
<b>B</b>	89	92	7,55
<b>C</b>	92	90	7,17
<b>Média</b>	90	92	7,41

Contudo, pela comparação do perfil de cada lote antes (Tabela 1) e após o condicionamento fisiológico (Tabela 4), observou-se que esse tratamento proporcionou incrementos na qualidade fisiológica de todos os lotes. Para a porcentagem de germinação, verificaram-se incrementos de 13 e 18 pontos percentuais, para os lotes A e C. Para o lote B, não houve diferença significativa entre a porcentagem de germinação inicial (83%) e a obtida após o condicionamento (89%).

Para os dados de emergência, confrontando-se os valores apresentados na Tabela 1 com aqueles apresentados na Tabela 4, observa-se que houve envigoramento dos três lotes de sementes, sendo observado incremento mais expressivo para o lote C, classificado como de baixo vigor, havendo aumento de 39 pontos percentuais na emergência e de 3,56 no índice de velocidade de emergência. Kikuti e Marcos Filho (2009) observaram resultados similares em sementes de couve-flor, em que o condicionamento fisiológico proporcionou maiores velocidades e porcentagens de emergência de plântulas, em relação à testemunha, havendo maior eficiência nos lotes de menor vigor. Fialho et al. (2010) também verificaram aumento na velocidade de germinação após o condicionamento de sementes de pimenta deterioradas.

Na análise de regressão dos dados referentes à condutividade elétrica, não foi possível o ajuste de nenhum modelo, optando-se pela comparação de médias pelo teste de Tukey. No lote A, as maiores condutividades elétricas foram constatadas nas doses 1,0 e 10  $\mu\text{M}$ , que não diferiram entre si, mas foram

superiores àquela observada na dose 0,1  $\mu\text{M}$  (Tabela 5). Para os lotes B e C, não houve diferença significativa entre as doses de giberelina. Albuquerque et al. (2009), trabalhando com sementes de dois híbridos de pimentão, verificaram tendência de aumentos da condutividade elétrica para o híbrido Magnata Super após a aplicação de giberelina, já para o híbrido Konan R, houve tendência de redução da condutividade elétrica com o uso de giberelina. Normalmente, o aumento da condutividade elétrica está relacionado com a redução do vigor, mas o incremento que foi observado nesse estudo está relacionado à absorção de íons pelas sementes a partir da solução de condicionamento, que consistiu de  $\text{KNO}_3$ , uma vez que ocorreram ganhos no vigor, em relação à qualidade inicial de cada lote.

Tabela 5 Médias da condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ) de três lotes de sementes de berinjela submetidas ao condicionamento fisiológico com quatro doses de giberelina

Lote	Doses de giberelina ( $\mu\text{M}$ )				
	0	0,1	1,0	10,0	100,0
A	79,96 aAB <sup>1</sup>	71,05 abB	91,52 aA	88,98 aA	87,36 aAB
B	76,06 aA	67,69 bA	75,05 bA	70,17 bA	66,03 bA
C	75,99 aA	83,84aA	70,29 bA	67,85 bA	73,46 abA

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey aos 5% de probabilidade

#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram concluir que:

- a) a aplicação de giberelina via condicionamento fisiológico não é eficiente para melhorar o vigor de sementes de berinjela;
- b) a qualidade fisiológica de sementes de berinjela não é afetada pela aplicação de giberelina;
- c) o condicionamento fisiológico é mais eficiente em lotes de sementes com menor vigor.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, K. S. et al. Condicionamento osmótico e giberelina na qualidade fisiológica de sementes de pimentão colhidas em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 100-109, jul./ago. 2009.
- ANDREOLI, C.; KHAN, A. A. Matriconditioning integrated with gibberellic acid to hasten seed germination and improve stand establishment of pepper and tomato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1953-1958, out. 1999.
- ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Pre-sowing seed treatment: a shot gun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. **Advances in Agronomy**, Madison, v. 88, p. 223-271, Oct. 2005.
- ÁVILA, M. R. et al. Hydration and pre-osmotic treatments on canola rape seeds (*Brassica napus* L.). **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 36, n. 1, p. 218-224, Apr. 2008.
- BALBINOT, E.; LOPES, H. M. Efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 1-8, jan./fev. 2006.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237 p.
- BITTENCOURT, M. L. C. et al. Efeito do condicionamento osmótico das sementes na germinação e no crescimento das plântulas de aspargo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 50-56, jan./fev. 2004.
- BORGHETTI, F. Dormência embrionária. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 6, p. 109-134.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.

CASEIRO, R.; BENNETT, M. A.; MARCOS FILHO, J. Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 32, n. 2, p. 365-375, July 2004.

COSTA, C. J.; VILLELA, F. A. Condicionamento osmótico de sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 21-29, jan./fev. 2006.

FANAN, S.; NOVENBRE, A. D. L. C. Condicionamento fisiológico de sementes de berinjela. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 675-683, 2007.

FIALHO, G. S. et al. Osmocondicionamento em sementes de pimenta 'Amarela Comprida' (*Capsicum annuum* L.) submetidas à deterioração controlada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 646-652, maio/jun. 2010.

GHASSEMI-GOLEZANI, K.; ESMAEILPOUR, B. The effect of salt priming on the performance of differentially matured cucumber (*Cucumis sativus*) seeds. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, Cluj-Napoca, v. 36, n. 2, p. 67-70, 2008.

JAMIL, M.; RHA, E. S. Gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) enhance seed water uptake, germination and early seedling growth in sugar beet under salt stress. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Lahore, v. 10, n. 4, p. 654-658, 2007.

KAYA, M. D. et al. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **European Journal of Agronomy**, London, v. 24, n. 4, p. 291-295, May 2006.

KIKUTI, A. L. P.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 240-245, mar./abr. 2009.

LIMA, L. B.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e germinação sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 138-147, jan./fev. 2010.

LOPES, H. M.; SOUZA, C. M. Efeitos da giberelina e da secagem no condicionamento osmótico sobre a viabilidade e o vigor de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 181-189, jan./fev. 2008.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

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

NASCIMENTO, W. M.; CANTLIFFE, D. J. Germination of primed lettuce seeds after storage. **Proceedings of Florida State Horticulture Science**, Davis, v. 111, n. 1, p. 96-99, 1998.

NASCIMENTO, W. M.; LIMA, L. B. Condicionamento osmótico de sementes de berinjela visando à germinação sob temperaturas baixas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 224-227, mar./abr. 2008.

PANDITA, V. K.; ANAND, A.; NAGARAJAN, S. Enhancement of seed germination in hot pepper following presowing treatments. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 35, n. 2, p. 282-290, July 2007.

PARERA, C. A.; CANTLIFFE, D. J. Presowing seed priming. **Horticultural Reviews**, Leuven, v. 16, p. 109-139, Nov. 1994.

POSSE, S. C. P. et al. Influência do armazenamento sobre o comportamento germinativo de sementes de pimentão hidratadas e condicionadas. **Informativo Abrates**, Brasília, v. 13, n. 3, p. 95-96, 2003.

POSSE, S. C. P.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Temperatura de armazenamento e desempenho de sementes hidratadas e osmocondicionadas de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 38-43, jan./fev. 2004.

ROSSETTO, C. A. V.; MINAMI, K.; NAKAGAWA, J. Efeito do condicionamento fisiológico de sementes de beterraba na emergência e na produtividade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 112-117, mar./abr. 1998.

SANTOS, M. C. A. et al. Condicionamento osmótico de sementes. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 1-6, 2008.

SILVA, E. A. A. et al. Exogenous gibberellins inhibit coffee (*Coffea arabica* cv. Rubi) seed germination and cause cell death in the embryo. **Journal of Experimental Botany**, Columbus, v. 56, n. 413, p. 1029-1038, 2005.

SZAFIROWSKA, A.; KHAN, A. A.; PECK, N. H. Osmoconditioning of carrot seed to improve seedling establishment and yield in cold soil. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, n. 5, p. 845-848, Jan. 1981.

TAYLOR, A. G. et al. Seed enhancements. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 8, n. 2, p. 245-256, June 1998.

TIRYAKI, I.; BUYUKCINGIL, Y. Seed priming combined with plant hormones: influence on germination and seedling emergence of sorghum at low temperature. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 37, n. 2, p. 303-315, July 2009.

TRIGO, M. F. O. O.; NEDEL, J. L.; TRIGO, L. F. N. Condicionamento osmótico de sementes de cebola: I., efeitos sobre a germinação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1059-1067, 1999.

VENKATASUBRAMANIAN, A.; UMARANI, R. Evaluation of seed priming methods to improve seed performance of tomato (*Lycopersicon esculentum*), egg plant (*Solanum melongena*) and chilli (*Capsicum annum*). **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 35, n. 2, p. 487-493, July 2007.