

Condicionamento osmótico em sementes de milho doce submetidas ao armazenamento¹

Osmotic conditioning in seeds of sweet maize under storing

Andréa dos Santos Oliveira², Renata Silva-Mann³, Michelle da Fonseca Santos⁴, Itamara Bomfim Gois⁵ e Marcos Cabral de Vasconcellos Barretto⁶

Resumo - Elevados teores de açúcares solúveis e baixo teor de reservas no endosperma, associados à presença de pericarpo tenro são fatores que contribuem para que sementes de milho doce apresentem rápida perda de viabilidade e baixa uniformidade na densidade de plântulas. A utilização de condicionamento osmótico visa à uniformidade e velocidade na germinação. Este trabalho teve como objetivo, condicionar sementes de milho doce armazenadas para após 6 meses, usando soluções de Polietilenoglicol (PEG 6000). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, esquema fatorial 2x4, sendo dois potenciais osmóticos (-1,0 e -1,2 MPa) e quatro períodos de condicionamento osmótico (0; 3; 5 e 7 dias). Após o tratamento avaliou-se o teor de água (%U), a germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG) e condutividade elétrica (CE). Os dados de %G e IVG foram submetidos à análise de regressão. Houve aumento no teor de água até a semente entrar em equilíbrio com a solução osmótica. Maiores valores de germinação ocorreram no tratamento por 3 dias nos potenciais de -1,0 e -1,2 MPa.

Palavras-chave: *Zea mays*. Potencial osmótico. Vigor.

Abstract - High levels of soluble sugar and low content of reserves in endosperm associated with the presence of soft pericarp are factors that contribute to sweet corn seeds show fast loss of viability and low uniformity of the density of the seedlings. The utilization of techniques using osmotic conditioning has been suggested to improve germination speed and uniformity. The present work aimed to submit sweet corn seed to different osmotic potentials using solutions of Polyethylene glycol (PEG 6000) at -1.0 and -1.2 MPa for 0; 3; 5 and 7 days. After the treatment the moisture (%U), germination (%G), speed germination index (IVG) and electrical conductivity (CE) were evaluated. There was an increase of water content until the seeds balance with the osmotic solution. Higher values of germination were observed on the treatment using -1.2 MPa for 3 days.

Key words: *Zea mays*. Osmotic potential. Vigor.

¹ Recebido para publicação em 23/02/2006; aprovado em 21/09/2007

² Eng. Agrônoma, Bolsista DTI/CNPq, andreas_oliveiras@yahoo.com.br

³ Eng. Agrônoma, D.Sc., Profa. Adjunta do Dep. de Eng. Agronômica da UFS, São Cristóvão, SE, Av. Marechal Rondon s/n, Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000, renatamann@ufs.br;

⁴ Doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas, ESALq, mdfsanto@esalq.usp.br

⁵ Mestranda em Fitotecnia, UFLA, Lavras, itamarafloresta@yahoo.com.br

⁶ Eng. Agrônomo, D.Sc., Prof. Adjunto do Dep. de Eng. Agronômica da UFS

Introdução

O condicionamento osmótico de sementes é uma técnica bastante utilizada, principalmente em olerícolas, objetivando a redução do tempo empregado da semente à emergência e a melhoria da porcentagem de germinação de plântulas (OLIVEIRA, 2004).

Para o milho doce essa técnica tem sido sugerida como promissora, pois suas sementes contêm elevados teores de açúcares solúveis e baixo teor de reservas no endosperma, associados à presença de pericarpo tenro, o que contribui para que apresentem rápida perda de viabilidade, acarretando a baixa uniformidade na emergência de plântulas. Esses fatores têm levado a adoção de padrões de germinação destas sementes para 70-75%, em sementes fiscalizadas e certificadas (Comissão Estadual de Sementes e Mudanças do Estado de São Paulo, 1999).

A baixa viabilidade de sementes de milho doce tem sido comprovada por testes de germinação. Sementes de oito híbridos foram testadas para verificar a deterioração após longos períodos de armazenagem (18 meses) em temperatura ambiente. Sementes com gene *su* (sugary) germinaram melhor do que os outros genes: *shrunken2* (*sh2*), *brittle* (*bt*), e *sugary enhancer* (*se*). Observou-se que o gene *bt* apresentou uma rápida deterioração quando comparada aos demais genes (MYOUNGHOON, 2001). Dessa forma, pode-se confirmar que a viabilidade pode variar devido a fatores intrínsecos como o genótipo e fatores extrínsecos como o condicionamento osmótico.

A conservação da longevidade em sementes de milho doce foi avaliada em sementes incubadas a 15 e 20 °C por 36 horas, seguida de uma secagem ao ar até o nível do teor de água de 9% e, armazenadas por um período de 12 meses a 25 °C. Para o tratamento com o condicionamento osmótico observou-se emergência de plântulas mais rápida seguida por redução da peroxidação por lipídios e acentuada ativação do sistema antioxidativo. As sementes que foram armazenadas a 15 °C apresentaram a mesma viabilidade e vigor das sementes não condicionadas. O aumento na longevidade das sementes pode ser atribuído ao decréscimo de radicais livres, comprovado por meio de análise de peroxidação total e redução da peroxidação por lipídios (CHIU et al., 2003).

A técnica do condicionamento osmótico aumenta a performance em algumas espécies, mas a longevidade de sementes condicionadas geralmente decresce (CHIU et al., 2002). Causas para a rápida deterioração de sementes condicionadas ainda não estão elucidadas. Em sementes de

milho doce *sh-2*, condicionadas pelo método da matriz sólida em vermiculita umedecida a 10; 15 e 20 °C por 36 horas, secas e armazenadas em diferentes temperaturas (25; 10 e -80 °C), observou-se que houve uma melhoria na germinação, e conseqüente redução na peroxidação por lipídios com aumento na velocidade de emergência de plântulas. As sementes condicionadas a 10 e 15 °C tiveram uma maior resposta expressa na viabilidade e vigor quando comparadas com sementes não condicionadas armazenadas a 25 °C por 12 meses. Temperaturas com 10 ou -80 °C aumentaram o período de armazenamento para mais de 12 meses (CHIU et al., 2002).

Além das sementes de espécies de hortaliças, há relatos de que o condicionamento osmótico pode aumentar o desempenho das sementes de culturas como soja. Segundo Tilden e West (1995), o condicionamento osmótico reverteu os efeitos do envelhecimento em sementes de soja, que aumentaram a porcentagem de germinação de sementes de baixo vigor e reduziram os valores de condutividade elétrica. Sung e Chang (1993), verificaram que o condicionamento osmótico aumenta a porcentagem final e a uniformidade de emergência de sementes de milho doce, especialmente em baixas temperaturas. Jeller e Perez (2003) observaram que a germinação das sementes de *Cássia-do-nordeste* (*Cassia excelsa* Schrad) condicionadas com PEG nos potenciais de -0,4 e -0,6 MPa foi eficiente em superar o estresse salino do meio germinativo de -1,0 e -1,4 MPa da solução salina de NaCl a 27 °C.

Devido a rápida deterioração com conseqüente redução na germinação de sementes de milho doce, o objetivo desta pesquisa foi a utilização da técnica do condicionamento osmótico, visando a melhoria na germinação de sementes armazenadas por 6 meses e uniformização no desenvolvimento de plântulas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia do Departamento de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal de Sergipe, no período de 14 a 26 de junho de 2004. Foram utilizadas sementes fiscalizadas de milho doce, cultivar DO-04, safra 2002, tratadas com os fungicidas Captan (0,75 g kg⁻¹ de sementes), Pirimifos-Methyl (0,015 g kg⁻¹ sementes) e Deltamethrin (0,015 g kg⁻¹ sementes), cedidas pela empresa Dow Agrosiences®. As sementes permaneceram armazenadas em embalagem de papel Kraft, em câmara fria à temperatura de 14 °C, por seis meses.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4, com dois potenciais osmóticos (-1,0 e -1,2 MPa) e quatro tempos de condicionamento (0; 3; 5 e 7 dias).

Antes e após o armazenamento foi realizada a determinação do teor de água e a qualidade fisiológica pelo teste de germinação. Em seguida, as sementes foram submetidas ao condicionamento osmótico em rolo de papel germitest embebido com solução de polietilenoglicol (PEG 6000) com os potenciais osmóticos de -1,0 e -1,2 MPa por 0; 3; 5 e 7 dias. O cálculo da solução de PEG 6000 foi realizado utilizando-se a equação desenvolvida por Michel e Kaufmann (1973), expressa a seguir:

$$\Psi_h = -(1,8 \times 10^{-2})C - (1,18 \times 10^{-4})C^2 + (2,67 \times 10^{-4})CT + (8,39 \times 10^{-7})C^2T$$

sendo:

Ψ_h – potencial hídrico da solução (atm);

C – g de PEG 6000/kg de solução (a ser calculado);

T – temperatura em °C (25 °C).

As sementes foram avaliadas pela germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE), além da determinação do teor de água (%). Este foi determinado pelo método estufa a 105 °C \pm 3 °C por 24 horas, utilizando-se duas repetições de 50 sementes por tratamento, e os resultados foram obtidos pelo cálculo com base no peso úmido (BRASIL, 1992).

No teste de germinação, foram empregadas 200 sementes, sendo divididas em 4 repetições de 50, e estas foram distribuídas em rolos de papel germitest esterilizados e mantidas em temperatura de 25 °C, sob luz contínua, em câmara tipo BOD. O volume de água destilada utilizado para embebição do papel foi equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato. Diariamente foram feitas as contagens e as avaliações de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), considerando, sementes germinadas, aquelas apresentando os primórdios foliares e radícula. Com os dados diários de plântulas normais, foi calculada a velocidade de germinação, segundo Maguire (1962).

Para o teste de CE, foram utilizadas 50 sementes, sendo divididas em 2 repetições de 25. As sementes foram previamente pesadas com precisão de centigramas e acondicionadas em copos plásticos descartáveis (200 mL) contendo 75 mL de água destilada, sendo levadas para uma câmara de germinação tipo BOD a 25 °C por 24 horas

(Association of Official Seed Analysis, 1983). Após esse período, procedeu-se a leitura da condutividade elétrica em condutivímetro modelo Quimis Q145D, sendo os resultados expressos em mS cm⁻¹ g⁻¹. Os resultados de % de germinação e IVE obtidos foram submetidos à análise de regressão, utilizando o programa estatístico SANEST.

Resultados e Discussão

Com relação ao desempenho das sementes observou-se uma porcentagem inicial de germinação de 92%. Após o armazenamento por seis meses verificou-se que houve uma redução de 28%. Em relação ao teor de água das sementes os valores obtidos foram de 9,5% antes do armazenamento e após houve uma redução de 0,9%.

Para os resultados de teor de água das sementes após o armazenamento (Figura 1), observou-se um aumento nos valores em função dos tratamentos empregados, sendo que, com um condicionamento por 3 dias, no potencial de -1,2 MPa observou-se maior grau de umidade (45,6%), o que não foi visto nos demais tratamentos. As sementes ganham água até um certo ponto, paralisando o processo assim que entram em equilíbrio com o potencial osmótico da solução. O potencial osmótico é ajustado de maneira a permitir a ocorrência de todos os processos preparatórios da germinação, mas, impedir o alongamento celular e, conseqüentemente, a emergência da radícula, mesmo após semanas de contato entre as sementes e a solução osmótica (HEYDECKER et al., 1975; KHAN et al., 1978).

Para os dados de condutividade elétrica, observou-se uma redução na lixiviação, ou seja, o aumento do tempo de tratamento durante o condicionamento osmótico

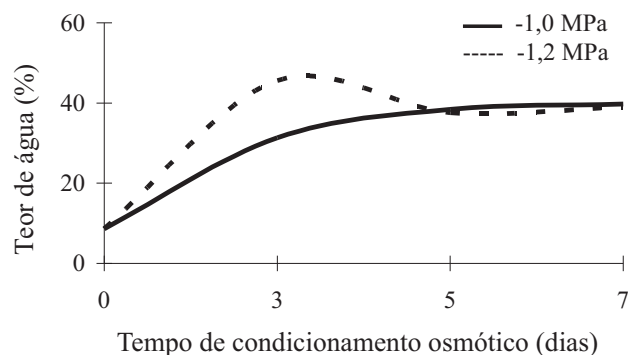


Figura 1 – Teor de água de sementes de milho doce, cv. DO-04, sob dois potenciais osmóticos. São Cristóvão-SE, UFS, 2004

promoveu um aumento dos valores de condutividade elétrica, com exceção do tratamento por sete dias, no potencial -1,2 MPa. Para o tratamento referente à testemunha observou-se condutividade maior que os demais tratamentos. Provavelmente, este armazenamento fez com que as sementes não condicionadas tivessem maiores valores de condutividade elétrica, sendo este fator revertido com as sementes condicionadas. A redução da condutividade elétrica nos tratamentos submetidos ao condicionamento pode ser atribuída a uma provável restauração na integridade da membrana das sementes, promovendo uma manutenção no processo de germinação (Figura 2). Comportamento semelhante também foi observado em sementes de algodão (*Gossipium hirsutum* L.), onde os menores valores de condutividade elétrica foram observados em sementes condicionadas com PEG 6000 por um maior período de tempo, independente do genótipo e do potencial osmótico utilizado (RIBEIRO et al., 2002).

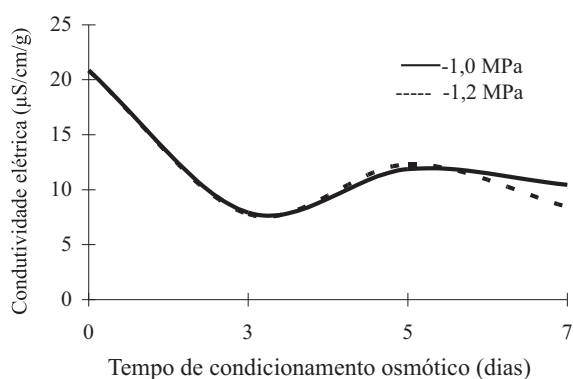


Figura 2 - Condutividade elétrica de sementes de milho doce, cv. DO-04, em relação ao tempo de condicionamento osmótico. São Cristóvão-SE, UFS, 2004

Muitos fatores podem influenciar o ganho de água e a lixiviação de exsudatos das sementes após o condicionamento osmótico. Dentre esses fatores, a temperatura e o tempo têm sido relatados por influenciarem diretamente nos valores de condutividade elétrica (CHIU et al., 2002). Neste trabalho não se testou diferentes temperaturas para os potenciais osmóticos empregados, no entanto, a variação se deu em nível de tempo de condicionamento, que pode ter, provavelmente, contribuído para alterações nos valores de condutividade que decresceram com o aumento do tempo de condicionamento (Figura 2).

A percentagem de germinação das sementes submetidas ao condicionamento osmótico por três dias,

independente do potencial empregado, apresentou diferenças significativas em relação aos demais tratamentos, sendo que para o potencial -1,2 MPa foi observada a maior média (83%). Para os demais tratamentos não se observou diferença (Figura 3).

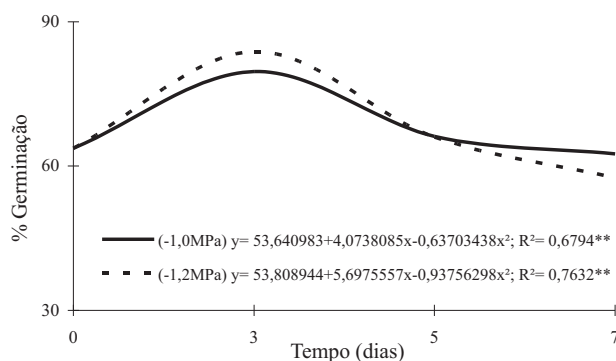


Figura 3 – Porcentagem de germinação de sementes de milho doce, cv. DO-04, submetidas ao condicionamento osmótico. São Cristóvão-SE, UFS, 2004. (**Regressão quadrática significativa a 1%)

Quanto ao Índice de Velocidade de germinação (IVG), no potencial de -1,0 MPa houve diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,01$). No potencial de -1,2 MPa o tratamento por 7 dias apresentou média de IVG inferior aos demais (5,95). As maiores médias foram observadas aos três dias para o potencial -1,0 e -1,2 MPa (Figura 4).

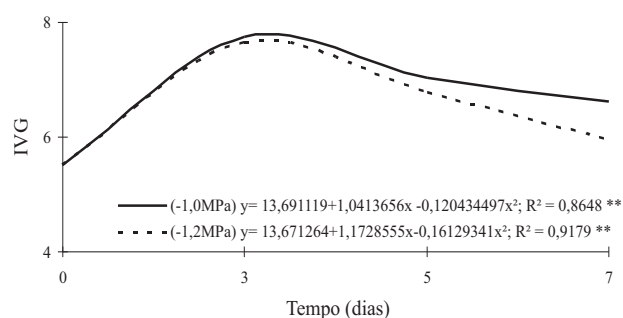


Figura 4 – Índice de Velocidade de Germinação (IVG) em sementes de milho doce, cv. DO-04, submetidas ao condicionamento osmótico. São Cristóvão-SE, UFS, 2004. (**Regressão quadrática significativa a 1%)

Quando uma semente se hidrata, uma série de mudanças fisiológicas e bioquímicas ocorrem no embrião. Uma embebição prolongada, particularmente sob baixos potenciais hídricos, apresenta uma influência bastante acen-

tuada na velocidade, sincronia e porcentagem de germinação das sementes (LUCA e BRACCINI et al., 1999), fato este identificado neste trabalho, onde, no período de 7 dias a -1,2 MPa, observou-se um IVG de 5,95, inferior aos tratamentos empregando condicionamento por 3 e 5 dias.

Segundo Khan (1992), vários procedimentos de hidratação das sementes têm sido desenvolvidos para aumentar a taxa e a uniformidade de emergência das plântulas. Neste trabalho o condicionamento osmótico afetou a germinação que foi maior para o tratamento empregando 3 dias tanto no tratamento de -1,0 MPa (79%), como para -1,2 MPa (83%). Considerando a redução na porcentagem de germinação com o armazenamento de sementes de milho doce, onde tem se verificado quedas expressivas na germinação após o armazenamento, o condicionamento osmótico realizado por 3 dias com polietilenoglicol sob potenciais de -1,0 MPa e -1,2 MPa contribuiu para um aumento da germinação quando comparados à testemunha.

Conclusões

Diante do exposto, conclui-se que os tratamentos de condicionamento osmótico empregados por 3 dias nos potenciais de -1,0 e -1,2 MPa promovem melhoria na germinação e no índice de velocidade de germinação em sementes de milho doce, armazenadas por 6 meses.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, 1983. 93p. (Contribution, 32)
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992, 365p.
- CHIU, K. Y.; CHEN, C. L.; SUNG, J. M. Effect of priming temperature on storability of primed *sh-2* sweet corn seed. **Crop Science**, v. 42, p. 1996 - 2003, 2002.
- CHIU, K. Y.; CHEN, C. L.; SUNG, J. M. Partial vacuum storage improves the longevity of primed *sh-2* sweet corn seeds. **Scientia Horticulturae**, v. 98, n. 2, p. 99-111, 2003.

COMISSÃO ESTADUAL DE SEMENTES E MUDAS DE SÃO PAULO. **Padrão de sementes de grandes culturas 1999-2000**. Campinas, 1999.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y. J. Invigoration of seeds. **Seed Science & Technology**, v. 3, n. 3/4, p. 881-888, 1975.

KHAN, A. A.; Preplant physiological seed conditioning. **Horticultural Review**, v. 13, p. 131-181, 1992.

KHAN, A. A.; KAR-LING TAO, J. S.; BORKOWSKA KNYPL, B.; POWELL, L. E. Osmotic conditioning of seeds: Physiological and biochemical changes. **Acta Horticulturae**, v. 83, n. 267-277, 1978.

JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. de A. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de cássia-do-nordeste sob estresse hídrico, térmico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1025 - 1034, 2003.

LUCA E BRACCINI, A.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. C. L. M. A avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 1053-1066, 1999.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-7, 1962.

MICHEL, B. E.; KAUFMANN, M. R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, v. 51, n. 5, p. 914 - 916, 1973.

MYOUNGHOON, L. Seed deterioration response of different genes of sweet corn during long-term storage. **Korean Journal of Crop Science**, v. 46, n. 4, p. 371-320, 2001.

RIBEIRO, U. P.; VON PINHO, E. V. de R.; GUIMARÃES, R. M.; VIANA, L. de S. Determinação do potencial osmótico e do período de embebição utilizados no condicionamento fisiológico de sementes de algodão. **Ciência Agropecuária**, v. 26, n. 5, p. 911-917, 2002.

SUNG, F. J. M.; CHANG, Y. H. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. **Seed Science & Technology**, v. 21, p. 97-105, 1993.

OLIVEIRA, A. S. **Qualidade fisiológica de sementes de limão volkameriano (*Citrus volkameriana* Tan. e Pasq.) submetidas ao condicionamento osmótico**. Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2004, 53p.

TILDEN, R. L.; WEST, S. H. Reversal of the effects of aging in soybean seeds. **Plant Physiology**, v. 77, p. 584-586, 1995.