

# Qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao hidrocondicionamento

Maria Izabel Krüger Giurizatto<sup>1\*</sup>, Antonio Dias Robaina<sup>2</sup>, Manoel Carlos Gonçalves<sup>2</sup> e Marlene Estevão Marchetti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal de Mato Grosso do Sul, Rua Iguazu, 995, 79824-180, Jardim Girassol, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: m.kruger@terra.com.br

**RESUMO.** A técnica de hidratação controlada de sementes vem sendo utilizada como método de condicionamento fisiológico, tanto para sementes deterioradas como para sementes altamente sensíveis à embebição rápida, ou a interação entre ambas, objetivando melhorar o desempenho destas no campo. A hidratação pode ser seguida por secagem, se as sementes não tiverem atingido a fase III da germinação, facilitando, assim, o subsequente manuseio, armazenamento e semeadura no campo. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos do hidrocondicionamento na qualidade fisiológica de sementes de soja, sendo estas sementes hidrocondicionadas por períodos de 0, 20 e 24h, secas e armazenadas por 0, 90, 180 e 270 dias em câmara seca, com umidade e temperatura controladas. O hidrocondicionamento teve efeito benéfico na qualidade fisiológica das sementes de soja, suas vantagens se tornaram mais evidentes com o envelhecimento natural das sementes durante o armazenamento.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, armazenamento, viabilidade, vigor.

**ABSTRACT.** Soybean seed physiological quality after hydro-conditioning. Controlled hydration of seeds has been used as a physiological conditioning method, both for deteriorated seeds as well as seeds that are highly sensitive to soaking, or an interaction among both, aiming to improving their performance after sowing in the field. The hydration must be followed by drying, in case the seeds have not reached yet phase III of germination, thus facilitating subsequent handling, storage and sowing operations. This work aimed to evaluate the hydro-conditioning effect (0, 20 and 24 hours, followed by seed drying) on the physiological quality of soybean seeds, stored in dry chamber under controlled conditions (relative humidity and temperature) during 0, 90, 180 and 270 days. Hydro-conditioning has revealed positive effects on the physiological quality of those seeds and its advantage became more evident according to natural aging of the seeds during the storage.

**Key words:** *Glycine max*, storage, viability, vigor.

## Introdução

A produção de soja, como de qualquer outra cultura, é um empreendimento de alto risco na agricultura moderna e tecnificada, e o uso de sementes de melhor qualidade para o plantio constitui-se fator de extrema importância na obtenção de um estabelecimento adequado de plantas no campo e maiores rendimentos por unidade de área (Braccini e Reis, 1995).

Devido a isso e à fragilidade natural de natureza morfológica e fisiológica das sementes de soja, estão sendo feitos estudos com o objetivo de atenuar ou de solucionar problemas relativos ao controle de qualidade, deterioração, colheita, armazenamento e tratamento de sementes, visando melhorar o

comportamento destas após a semeadura.

Um dos métodos mais promissores, atualmente, para esse fim, é o condicionamento fisiológico que envolve a iniciação do metabolismo da germinação, por meio de controle da absorção de água pela semente, sem, no entanto, atingir a fase III da germinação, fase que ocorre a protrusão da radícula. A hidratação das sementes pode ser efetuada mediante sua exposição à atmosfera úmida, embebição em substrato úmido ou imersão em soluções osmóticas; o tratamento pode ser contínuo, até que as sementes atinjam um grau de umidade determinado ou pode envolver ciclos de hidratação/secagem (Vasquez, 1995; Beckert, 2001; Marcos Filho, 2005).

Os tratamentos que induzem à iniciação

metabólica pela hidratação das sementes, têm a finalidade de elevar a taxa e a velocidade de germinação, produzir uniformidade na emergência e aumentar a capacidade das plântulas em resistir aos efeitos adversos do ambiente (Motta e Silva, 1997; Marcos Filho, 2005). Existe, ainda, a possibilidade de armazenar as sementes em escala comercial por determinados períodos de tempo, após tratamentos de condicionamento fisiológico e secagem, sem a perda do benefício adquirido, utilizando-se esta metodologia.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos do hidrocondicionamento de sementes de soja, por períodos pré-determinados de 0, 20 e 24h, na sua qualidade fisiológica (viabilidade e vigor), durante armazenamento por períodos de 0, 90, 180 e 270 dias, em câmara seca, em condições de temperatura e umidade relativa controladas.

### Material e métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes Oficial de Dourados/LASO/Iagro, do Curso de Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados, localizado no Município de Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul, utilizando-se sementes de soja cultivar BRS 181, fornecidas pelo Serviço de Produção de Sementes Básicas da Embrapa. Após a recepção das sementes no laboratório, estas foram homogeneizadas em divisor mecânico de solo e divididas em quatro partes iguais (blocos). Os quatro blocos de sementes permaneceram armazenados em câmara seca com temperatura e umidade relativa controlada ( $\pm 15^{\circ}\text{C}$  e 69% de UR) até o início dos tratamentos.

Amostras de sementes foram retiradas de cada bloco, separadas e submetidas ao processo de condicionamento fisiológico (hidratação-desidratação) denominado neste trabalho de hidrocondicionamento, para serem submetidas aos testes para a determinação de sua qualidade fisiológica.

O hidrocondicionamento das sementes foi conduzido com amostras de 300 g de sementes representativas de cada bloco, com quatro repetições, distribuídas entre duas camadas constituídas, cada uma, de seis folhas de papel Germitest umedecidas com água, em volume correspondente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, dispostas sobre peneiras de classificação de soja, em que cada camada ocupava toda a superfície da peneira. A seguir, foram levadas para o germinador tipo Mangelsdorf a  $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , durante períodos predefinidos de 20 e 24h de hidrocondicionamento. Ao término de cada período

de hidrocondicionamento, foram coletadas amostras para determinar a quantidade de água absorvida pelas sementes e, também, o seu grau de umidade (Brasil, 1992). Após o hidrocondicionamento por 20 e 24h, as sementes foram submetidas à secagem em estufa com circulação e renovação de ar a  $30^{\circ}\text{C}$  constante até atingirem grau de umidade em torno de 11%.

A seguir, as sementes foram armazenadas em câmara seca com temperatura e umidade relativa controlada ( $\pm 15^{\circ}\text{C}$  e 69% de UR), por períodos de 0, 90, 180 e 270 dias, para avaliação dos efeitos dos tratamentos de hidrocondicionamento e armazenagem na sua qualidade fisiológica. Na avaliação dos efeitos dos tratamentos, as sementes de soja foram submetidas a testes para avaliação da qualidade fisiológica (viabilidade e vigor), a saber: teste de germinação, emergência de plântulas no campo, índice de velocidade de emergência no campo e condutividade elétrica, utilizando-se quatro repetições por tratamento por bloco. **1. Teste de germinação** - conduzido a  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$  por cinco dias, em quatro repetições de 50 sementes, conforme Brasil (1992). **2. Emergência de plântulas no campo** - conduzido a campo, com a semeadura de quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em sulcos de 2,0 m de comprimento e 0,05 m de profundidade, distantes 0,3 m entre si, a cobertura das sementes foi efetuada com aproximadamente 0,02 m de solo. Foi realizada irrigação manual freqüente e a contagem das plântulas aos 21 dias após a semeadura, os resultados foram expressos em porcentagem. **3. Velocidade de emergência de plântulas** - conduzido juntamente com a emergência de plântulas no campo, realizando-se contagens diárias das plântulas emergidas em cada repetição, até que esse número ficasse constante. Para o cálculo do índice de velocidade de emergência, empregou-se a fórmula proposta por Maguire (1962). Foram consideradas plântulas emergidas aquelas que tiveram os cotilédones totalmente acima do solo. **4. Teste de condutividade elétrica** - conduzido com quatro repetições de 50 sementes, previamente pesadas, que foram imersas em 75 ml de água deionizada e mantidas a  $25^{\circ}\text{C}$  por 24h, conforme Vieira (1994), e o resultado expresso em  $\text{MS cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  de sementes.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas pelos três períodos de hidrocondicionamento (0, 20 e 24h) e as sub-parcelas pelos quatro períodos de armazenamento (0, 90, 180 e 270 dias). Após a análise de variância e verificada a significância do teste F para as interações

em todas as características avaliadas, foi realizado o ajuste de superfícies de resposta destas características, em função do período de hidrocondicionamento e do período de armazenamento. Para a análise de variância, foi utilizado o aplicativo computacional SAEG (Ribeiro Junior, 2001).

A análise de regressão linear múltipla polinomial foi realizada utilizando-se como variáveis dependentes: a germinação (GE), a condutividade elétrica (CE), a emergência no campo (EC) e a velocidade de emergência no campo (VE); e como variáveis independentes: o período de hidrocondicionamento das sementes em horas e o período de armazenamento das sementes em dias.

Para estimar as superfícies de resposta, o critério adotado para a escolha do modelo de melhor ajuste foi o valor mais elevado de  $R_2$  com base nas médias dos tratamentos. O modelo utilizado foi:  $Z = a + bX + cX_2 + dY + eY_2 + fXY + E$ , em que  $Z$  = variável dependente,  $X$  = período de hidrocondicionamento das sementes,  $Y$  = período de armazenamento das sementes e  $E$  = erro. Cada componente do modelo foi testado até 5% de probabilidade, pelo teste F, utilizando-se o aplicativo computacional Statistica Versão 6.0 (Calado e Montgomery, 2003).

## Resultados e discussão

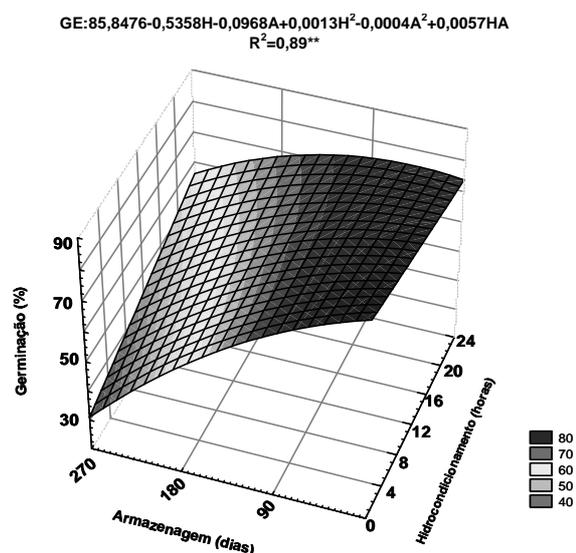
Na análise de variância para os testes de avaliação da qualidade fisiológica, verificou-se que as variáveis analisadas foram influenciadas pelos períodos de hidrocondicionamento e de armazenamento das sementes e pela interação destes, conforme a Tabela 1; portanto, verificou-se a viabilidade da decomposição dos efeitos das interações dos tratamentos de hidrocondicionamento e do tempo de armazenamento das sementes na germinação, na condutividade elétrica, na emergência em campo e na velocidade de emergência de plântulas em campo das sementes sob a forma de superfícies de resposta.

**Tabela 1.** Análise de variância dos dados de GE (Germinação), CE (Condutividade elétrica), EC (Emergência no campo) e VE (Velocidade de emergência) para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao hidrocondicionamento e armazenamento.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio			
		GE	CE	EC	VE
Blocos	3	17,85 NS	223,86 NS	10,05 NS	0,08 NS
Hidrocondicionamento(H)	2	191,68**	14648,90**	560,89**	4,71**
Resíduo (a)	6	13,60	1541,42	6,03	0,07
Armazenagem (A)	3	2462,97**	161524,6**	6221,38**	75,23**
H x A	6	422,71**	18606,15**	194,36**	28,37**
Resíduo (b)	27	7,26	930,27	4,19	0,07
CV (%)		4,11	15,12	4,81	7,09

NS - Não Significativo; \*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Observou-se que houve influência do período de hidrocondicionamento e de armazenamento na germinação das sementes, indicando que maiores porcentagens de germinação (em torno de 78%) podem ser obtidas com 24h de hidrocondicionamento e com 82 dias de armazenamento (Figura 1).



**Figura 1.** Superfície de resposta referente à germinação de sementes de soja em função do hidrocondicionamento e armazenamento.

As sementes hidrocondicionadas apresentaram valores de germinação semelhantes ao controle ao 0 dia de armazenamento (Figura 1); entretanto, as sementes hidrocondicionadas por 20 e 24h e com armazenamento em condições controladas a partir dos 180 dias tiveram uma redução no percentual de germinação bem menor que o controle, em concordância com os resultados obtidos por Saha *et al.* (1990), em que não houve incremento significativo na porcentagem de germinação, obtida pelo teste de germinação e no vigor das sementes, obtido pelo teste de condutividade elétrica, após a hidratação controlada em sementes de soja seguida de secagem. Porém, os autores afirmam que após o envelhecimento natural, durante cinco meses, a germinação foi superior nas sementes pré-condicionadas.

Assim, pode-se levantar a hipótese da existência de mecanismos de reparo nas sementes hidrocondicionadas, que podem contribuir para a reestruturação do sistema de membranas e para a reorganização dos componentes estruturais das células, sendo estas evidências de uma possível reversibilidade da deterioração das sementes. De acordo com Saha *et al.* (1990), a maior

germinabilidade de sementes de soja envelhecidas naturalmente e hidrocondicionadas pode estar associada à redução da peroxidação de lipídios no eixo embrionário, bem como em toda a semente. Os benefícios do hidrocondicionamento são determinados por acréscimos da atividade enzimática, reorganização do sistema de membranas celulares e redução do índice de peroxidação de lipídios nas sementes.

Os resultados obtidos para a germinação das sementes contrariam as observações de Vasquez (1995), Puteh *et al.* (1995) e Beckert *et al.* (2000) que relataram que a germinação das sementes de soja hidrocondicionadas foi semelhante ao controle. Paralelamente, Armstrong e McDonald (1992) obtiveram germinação inferior nas sementes pré-condicionadas e submetidas à secagem, em relação ao controle.

As sementes hidrocondicionadas e armazenadas até 180 dias não apresentaram declínio acentuado na porcentagem de germinação, mas redução marcante foi observada nas sementes do controle dos 180 para os 270 dias de armazenamento. Resultados semelhantes foram obtidos por Chiu *et al.* (2002) para sementes de milho doce, não pré-condicionadas e armazenadas a 25°C por até seis meses, embora reduções marcantes em porcentagem de germinação fossem observadas para estas sementes armazenadas por nove e 12 meses. Isso pode ser explicado pelo sintoma do declínio da qualidade fisiológica das sementes caracterizado pela lentidão do processo de germinação, acompanhada pelo aumento do período decorrido entre a germinação da primeira e da última semente e uma consequente não-uniformidade entre plântulas.

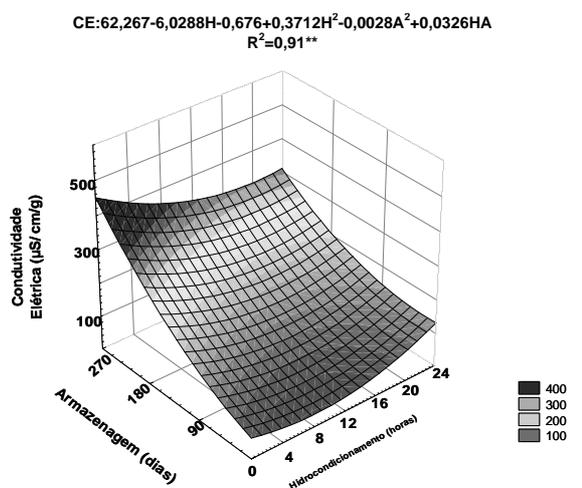
Tilden e West (1985), variando a quantidade de folhas de papel para a hidratação de sementes de soja, utilizando de uma a cinco folhas de papel umedecidas como substrato, verificaram que, reduzindo a velocidade da taxa de hidratação das sementes com cinco folhas de papel como substrato, preveniu-se a perda de germinabilidade, devido à não-ocorrência de danos às sementes pela embebição rápida. Neste trabalho a hidratação lenta realizada por meio do hidrocondicionamento das sementes entre duas camadas constituídas de seis folhas de papel umedecido como substrato, também preveniu o vazamento de eletrólitos das sementes, indicando que a ruptura ou permeabilidade celular foi fator principal que contribuiu para a perda de germinabilidade, principalmente do controle, depois do envelhecimento natural das sementes, durante o armazenamento em câmara seca.

Braccini *et al.* (1997) observaram que o processo

de hidratação de sementes de soja em água desmineralizada, seguido de secagem, prejudicou a sua qualidade, reduzindo tanto o vigor como a germinação das sementes. Os autores inferem que os resultados podem estar relacionados com a grande susceptibilidade das sementes de soja à injúria provocada pela rápida embebição de água.

Conforme Braccini *et al.* (1997), diversos autores têm analisado a secagem das sementes em condições ambientais, por períodos relativamente longos, em torno de sete a dez dias, podendo, desta forma, acelerar o processo de deterioração das sementes e reverter os efeitos benéficos adquiridos com o tratamento de condicionamento fisiológico. Mas vários experimentos relatam resultados promissores com a utilização da técnica de hidratação-desidratação em sementes de soja, podendo-se obter aumento bastante significativo na sua capacidade germinativa (Tilden e West, 1985; Saha *et al.*, 1990). Os resultados do hidrocondicionamento, seguido da secagem das sementes a 30°C constantes, conduzido neste experimento, estão de acordo com os relatados por estes autores (Tilden e West, 1985; Saha *et al.*, 1990), visto que não houve perda dos efeitos do hidrocondicionamento com a secagem das sementes.

Observou-se aumento acentuado na condutividade elétrica com o aumento no tempo de armazenagem, as sementes do controle apresentaram maior deterioração com 180 e 270 dias de armazenagem (Figura 2). Quanto menor o resultado da condutividade elétrica, mais organizadas encontram-se as membranas celulares, não permitindo a passagem de solutos do meio interno das sementes para o meio externo, no qual se encontra a solução de embebição das sementes (Figura 2).



**Figura 2.** Superfície de resposta referente à condutividade elétrica de sementes de soja em função do hidrocondicionamento e da armazenagem.

Saha *et al.* (1990) observaram em sementes de soja envelhecidas naturalmente, considerável aumento na permeabilidade das membranas, especialmente nas sementes não tratadas; a condutividade elétrica e a exudação de açúcar e aminoácidos aumentaram consideravelmente, mas em menor intensidade, nas sementes hidrocondicionadas, ainda que o decréscimo da atividade das enzimas amilase e desidrogenase fosse maior no controle.

Tilden e West (1985) afirmam que a ação de mecanismos de reparo em sementes de soja contribui para a reestruturação do sistema de membranas, pois mesmo sementes hidrocondicionadas, após 50h de envelhecimento artificial, apresentaram liberação de exudatos inferior ao controle. Destacam, ainda, a vantagem de não utilizar produtos químicos no hidrocondicionamento, evitando, assim, a interferência de substâncias indesejáveis e nocivas às sementes durante a embebição.

Não há dúvida de que sementes armazenadas durante maiores períodos perdem gradativamente a integridade do sistema de membranas, com reflexos na taxa de liberação de solutos quando as sementes são embebidas em água. Essa ocorrência tem sido avaliada por meio da permeabilidade seletiva das membranas, geralmente detectada pela condutividade elétrica (Dias e Marcos Filho, 1996). Neste experimento, o controle apresentou valores mais elevados que as sementes hidrocondicionadas, para esta variável, a partir de 180 dias de armazenagem, devido à maior desorganização de suas membranas e, conseqüentemente, à maior liberação de constituintes essenciais à germinação para o meio externo (Figura 2).

De acordo com Beckert *et al.* (2000), as sementes de soja, submetidas ao pré-condicionamento, apresentaram menor lixiviação de eletrólitos, comparadas às sementes sem condicionamento, confirmando dados obtidos por Armstrong e McDonald (1992) e Vasquez (1995). Este comportamento pode ser atribuído aos efeitos do umedecimento na ativação de mecanismos de reparo das membranas nas sementes hidrocondicionadas, fazendo com que estas se encontrassem mais organizadas em relação às sem pré-condicionamento, dificultando a lixiviação de solutos para o meio externo.

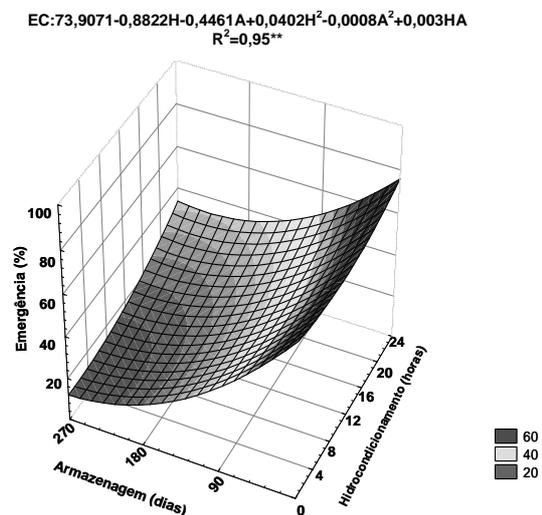
Vieira (1980) e Dias e Marcos Filho (1996) relataram resultados semelhantes de condutividade elétrica em sementes de soja, o primeiro concluiu que há uma relação prática no seu uso como teste de vigor, a partir da relação dos resultados de

condutividade elétrica e da emergência de plântulas no campo.

Binotti *et al.* (2008) trabalhando com sementes de feijão observaram que à medida que se aumenta as horas de envelhecimento acelerado, os valores da condutividade elétrica aumentam também por causa da maior perda da integridade das membranas celulares e de constituintes celulares, afetando negativamente a germinação e vigor das sementes. E afirmam que o aumento das quantidades de lixiviados observados no teste de condutividade elétrica está diretamente relacionado com a redução da germinação e do vigor das sementes.

Pandey (1988) salienta a eficiência da embebição de sementes de feijão entre folhas de papel umedecido, melhorando seu desempenho durante o armazenamento; as vantagens da técnica tornaram-se mais evidentes com o decorrer do envelhecimento natural das sementes, vantagens evidenciadas pelo teste de condutividade elétrica.

Neste trabalho observou-se que houve uma queda significativa dos valores de emergência no campo após 180 dias de armazenagem, quando comparados com os resultados da emergência no campo no início da armazenagem; entretanto, as sementes submetidas a 20 e 24h de embebição apresentaram resultados superiores ao controle, o que sugere a existência de benefícios relativos ao hidrocondicionamento das sementes (Figura 3).

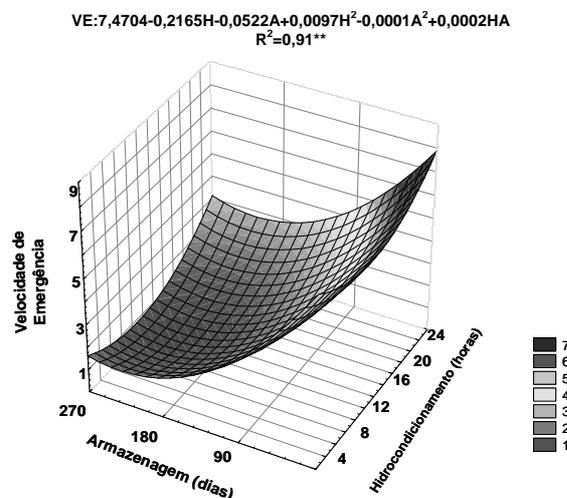


**Figura 3.** Superfície de resposta referente à emergência no campo de sementes de soja em função do hidrocondicionamento e armazenagem.

Observa-se, pela Figura 4, que houve influência do período de hidrocondicionamento e de armazenagem no índice de velocidade de

emergência de plântulas, indicando que, com 253 dias de armazenagem e com 9h de hidrocondicionamento, obteve-se resposta mínima da velocidade de emergência das sementes.

Ocorreu queda significativa dos valores de velocidade de emergência no campo das sementes após 180 dias de armazenagem em todos os tratamentos, quando comparados com o controle, mas as sementes submetidas ao hidrocondicionamento durante 20 e 24h apresentaram os melhores resultados, sugerindo, assim, a existência de benefícios relativos ao hidrocondicionamento das sementes (Figura 4).



**Figura 4.** Superfície de resposta referente à velocidade de emergência no campo de sementes de soja em função do hidrocondicionamento e armazenagem.

Como a redução da velocidade de emergência é o primeiro sintoma da queda de vigor da semente, geralmente determinada pela desorganização do sistema de membranas (Marcos Filho, 2005), isso pode explicar a redução da velocidade de emergência de plântulas do tratamento controle com 270 dias de armazenagem, concomitantemente com a alta taxa de condutividade elétrica detectada no período. Um dos mais importantes sintomas do declínio da qualidade fisiológica das sementes é a lentidão do processo de germinação, acompanhada pelo aumento do período decorrido entre a germinação da primeira e da última semente de um lote e consequente não uniformidade entre plântulas.

## Conclusão

O hidrocondicionamento de sementes de soja seguido de secagem reduziu a perda da qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento.

## Referências

- ARMSTRONG, H.; McDONALD, M.B. Effects of osmoconditioning on water uptake and electrical conductivity in soybeans seeds. *Seed Sci. Technol.*, Zürich, v. 20, n. 3, p. 391-400, 1992.
- BECKERT, O.P. *O uso da hidratação como parâmetro para estimar o desempenho de sementes de soja*. 2001. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2001.
- BECKERT, O.P. et al. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 671-675, 2000.
- BINOTTI, F. et al. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. *Acta Sci. Agron.*, Maringá, v. 30, n. 8, p. 247-254, 2008, 2008.
- BRACCINI, A.L. et al. Influência do processo de hidratação: desidratação na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. *Rev. Bras. Sementes*, Brasília, v. 19, n. 1, p. 80-87, 1997.
- BRACCINI, A.L.; REIS, M.S. Considerações sobre a influência do potencial hídrico e do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de soja. *Inf. Abrates*, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 42-49, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 1992.
- CALADO, V.; MONTGOMERY, D. *Planejamento de experimentos usando o Statistica*. Rio de Janeiro: E-Papers, 2003.
- CHIU, K.Y. et al. Effect of priming temperature on storability of primed sh-2 sweet corn seed. *Crop Sci.*, Madison, v. 42, n. 6, p. 1996-2003, 2002.
- DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 53, n.1, p. 31-42, 1996.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.*, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: Fealq, 2005.
- MOTTA, C.A.P.; SILVA, W.R. Efeito de hidratação e desidratação no desempenho fisiológico de sementes de trigo. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 32, n. 4, p. 379-390, 1997.
- PANDEY, D.K. Priming induced repair in French bean seeds. *Seed Sci. Technol.*, Zürich, v. 16, n. 2, p. 527-532, 1988.
- PUTEH, A.B. et al. Influence of temperature and water uptake on the expression of cotyledon necrosis in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Seed Sci. Technol.*, Zürich, v. 23, n. 3, p. 739-748, 1995.
- RIBEIRO JUNIOR, J.I. *Análises estatísticas no SAEG*. Viçosa: UFV, 2001.
- SAHA, R. et al. Physiology of seed invigoration treatments in soybean (*Glycine max* L.). *Seed Sci. Technol.*, Zürich, v. 18, n. 2, p. 269-276, 1990.

TILDEN, R.L.; WEST, S.H. Reversal of the effects of aging in soybean seeds. *Plant Physiol.*, Minneapolis, v. 77, n. 3, p. 584-586, 1985.

VASQUEZ, G.H. *Condicionamento fisiológico de sementes de soja; efeitos sobre a germinação, vigor e potencial de armazenamento*. 1995. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Sementes)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1995.

VIEIRA, R.D. *Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de quatorze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)*. 1980. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 133-149.

*Received on September 14, 2007.*

*Accepted on February 12, 2008.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.