

## AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA, APÓS O PROCESSO DE HIDRATAÇÃO-DESIDRATAÇÃO E ENVELHECIMENTO ACELERADO<sup>1</sup>

ALESSANDRO DE LUCCA E BRACCINI<sup>2</sup>, MÚCIO SILVA REIS<sup>3</sup>, CARLOS SIGUEYUKI SEDIYAMA<sup>3</sup>, CARLOS ALBERTO SCAPIM<sup>2</sup> e MARIA DO CARMO LANA BRACCINI<sup>4</sup>

**RESUMO** - Foi conduzido um experimento com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), envolvendo as variedades UFV-10, IAC-8 e Doko RC, submetidas ao processo de hidratação-desidratação, seguido por uma condição de estresse induzida pelo teste de envelhecimento acelerado. As sementes foram pré-condicionadas em PEG 6000, com potencial osmótico de -0,8 MPa, a uma temperatura de 20°C, por quatro dias. Em seguida, as sementes foram novamente desidratadas, até atingir o conteúdo de umidade inicial, sendo então submetidas ao teste de envelhecimento acelerado pelos seguintes períodos: 0, 24, 48 e 72 horas. As sementes pré-condicionadas foram comparadas com duas testemunhas: sementes não-tratadas e sementes embebidas em água. Após cada período de envelhecimento, as sementes foram avaliadas pelo teste padrão de germinação, comprimento de plântula e biomassa seca das plântulas. Em casa de vegetação, determinaram-se o índice de velocidade de emergência e a emergência final em substrato de areia. O tratamento de hidratação-desidratação em solução de PEG 6000 melhorou o desempenho das sementes em termos de germinação e vigor. O aumento nos períodos de envelhecimento acelerado influenciou negativamente o desempenho das sementes, em todos os tratamentos avaliados. Contudo, o tratamento com PEG 6000 foi satisfatório em manter a qualidade das sementes. A embebição das sementes de soja em água desmineralizada prejudicou a qualidade fisiológica. As variedades de soja mostraram resposta diferenciada aos tratamentos de hidratação-desidratação e aos períodos de envelhecimento acelerado.

Termos para indexação: *Glycine max*, germinação, vigor, estresse hídrico, condicionamento osmótico.

### SOYBEAN PHYSIOLOGICAL SEED QUALITY EVALUATION AFTER HYDRATION-DEHYDRATION PROCESS AND ACCELERATED AGING

**ABSTRACT** - A work was carried out with the purpose of evaluating the physiological quality of osmoconditioned soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seeds of UFV-10, IAC-8 and Doko RC varieties, in terms of response to stress induced by the accelerated aging test. Seeds were osmoconditioned in PEG 6000, with an osmotic potential of -0.8 MPa and 20°C of temperature, for four days. After that, seeds were dried back to the initial moisture content and submitted to the accelerated aging test for the following periods: 0, 24, 48 and 72 hours. Two controls were used: untreated seeds and seeds soaked in water. After several determined accelerated aging periods, seeds were evaluated by the standard germination test, seedling length and dry biomass of seedlings. In greenhouse the speed of emergence-index and the final emergence in sand seedbed were determined. Soybean seeds hydration-dehydration treatment in PEG 6000 solution improved seed performance in relation to germination and vigor. The extent of the accelerated aging period affected seed performance in all parameters evaluated. However, PEG 6000 treatment was satisfactory in maintaining the seed quality during the accelerated aging periods. The soybean seed water soaking affected negatively the physiological seed quality. The soybean varieties showed differential response to the hydration-dehydration treatments and to the accelerated aging periods.

Index terms: *Glycine max*, germination, vigor, water stress, osmoconditioning.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 13 de julho de 1998.

<sup>2</sup> Eng. Agr., D.S., Prof. Adjunto, Dep. de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5.790, CEP 87020-900 Maringá, PR. Bolsista do CNPq. E-mail: braccini@cca.uem.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., D.S., Prof. Titular, Dep. de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), CEP 36571-000 Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Eng. Agr., M.Sc., Estudante de Doutorado em Fitotecnia, UFV.

## INTRODUÇÃO

Na produção de uma determinada cultura, um dos principais riscos refere-se à não-obtenção de um estabelecimento adequado de plantas no campo. Quando um estande mínimo não é alcançado, haverá a necessidade de ressemeiar ou optar por outra cultura, o que implicará aumentar os custos de produção e reduzir as chances de obter-se uma alta produtividade, pois o agricultor provavelmente não estará semeando na época mais adequada.

O uso de sementes de pior qualidade, aliado à ocorrência de condições ambientais adversas por ocasião do plantio, tais como baixas temperaturas e períodos de estiagem (veranicos), pode resultar em baixa porcentagem de germinação e menor velocidade de emergência das plantas. A insuficiente disponibilidade de água no solo tem sido considerada uma das causas mais comuns da baixa emergência das plântulas de soja no Brasil (Peske & Delouche, 1985). Além disso, outros fatores podem levar à não-obtenção de um estande adequado, como a qualidade fisiológica da semente utilizada para o plantio da cultura. Sementes consideradas de alto vigor, normalmente apresentam germinação mais rápida e uniforme, sendo capazes de suportar melhor as adversidades do ambiente.

Lotes de sementes de baixa qualidade freqüentemente requerem um maior tempo para germinação e emergência das plântulas. Tal fato torna as plântulas mais sensíveis às adversidades climáticas, reduzindo a porcentagem final de emergência e, normalmente, promovendo um estande desuniforme. Muitos estudos têm sido realizados com o intuito de reduzir o tempo necessário entre a semeadura e a emergência das plântulas, bem como aumentar a tolerância das sementes às condições adversas durante a germinação. Tratamentos como o condicionamento osmótico ou "priming", condicionamento mátrico, pré-hidratação, umidificação, "fluid drilling", entre outros, têm apresentado resultados bastante promissores nesse sentido com sementes de diversas espécies (Taylor & Harman, 1990; Khan, 1992).

Quando uma semente se hidrata, uma série de mudanças fisiológicas e bioquímicas ocorrem no embrião. Uma embebição prolongada, particular-

mente sob baixos potenciais hídricos, apresenta uma influência bastante acentuada na velocidade, sincronia e porcentagem de germinação das sementes. Segundo Khan (1992), vários procedimentos de hidratação das sementes têm sido desenvolvidos para aumentar a taxa e a uniformidade de emergência das plântulas. Um desses procedimentos tem sido a embebição das sementes com quantidades limitadas ou não de água, sob temperaturas baixas ou moderadas (pré-hidratação e "hardening"). Outro procedimento refere-se à pré-germinação das sementes em condições ótimas de umidade e temperatura, e semeadura com a utilização de géis, os quais atuam como substâncias protetoras do eixo embrionário ("fluid drilling"). Uma terceira técnica tem sido a hidratação das sementes em umidades relativas do ar elevadas (umidificação). A quarta e mais popular técnica seria a hidratação das sementes em soluções de baixo potencial hídrico de solutos orgânicos e inorgânicos por determinados períodos de tempo (condicionamento osmótico) ou por meio da embebição das sementes em meio sólido (condicionamento mátrico) (Khan, 1992).

A técnica do condicionamento osmótico tem por objetivo reduzir o tempo de emergência das plântulas, bem como sincronizar e melhorar a porcentagem de germinação. Tal procedimento baseia-se no controle da hidratação das sementes a um nível que permita que ela inicie a atividade metabólica pré-germinativa, mas iniba a protrusão da radícula. As sementes são colocadas em contato com uma solução aquosa de um composto quimicamente inerte, mas osmoticamente ativo, como manitol ou polietileno glicol. A partir daí, as sementes iniciam a embebição de água normalmente, 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).

Sementes tratadas desta forma podem ser novamente desidratadas ao conteúdo de umidade inicial sem perda significativa dos efeitos benéficos

promovidos pelo tratamento. Esse processo de secagem das sementes após o tratamento de condicionamento osmótico tem sido comumente designado na literatura como hidratação-desidratação (Andrade, 1993; Peñaloza & Eira, 1993).

Quando as condições do tratamento são favoráveis, o processo de mobilização de reservas, ativação e síntese-de-novo de algumas enzimas, síntese de DNA e RNA são iniciados durante o condicionamento osmótico. Quando o obstáculo à absorção de água é removido, ocorre rápido crescimento do embrião (Khan, 1992).

Durante o condicionamento osmótico, a semente hidrata-se lentamente, o que permite um maior tempo para a reparação ou reorganização das membranas, possibilitando que os tecidos se desenvolvam de maneira mais ordenada e reduzindo os riscos da ocorrência de danos ao eixo embrionário causados pela rápida embebição. Várias mudanças fisiológicas e bioquímicas ocorrem nas sementes durante o tratamento ou em consequência do condicionamento osmótico. Essas mudanças incluem a síntese de macromoléculas, atividade de várias enzimas, aumento no poder germinativo e vigor e superação da dormência (Khan, 1992; Smith & Coob, 1992; Sung & Chang, 1993).

Diversos trabalhos têm demonstrado que o vigor das sementes é componente de qualidade mais influenciado pelo "priming". Por essa razão, o tratamento tem sido comumente designado na literatura como revigoramento de sementes. O vigor das sementes, com frequência, mostra-se elevado com o condicionamento osmótico, bem como a taxa, sincronia e porcentagem de emergência das plântulas, revelando resultados superiores àqueles obtidos com sementes não tratadas de várias espécies, particularmente sob condições adversas no plantio, tais como: baixas e altas temperaturas, déficit hídrico ou salinidade (Cano et al., 1991; Pill et al., 1991). O tratamento com "priming" pode aumentar, também, a emergência das plântulas e a produtividade de várias culturas, com destaque para a cenoura, alface, tomate, pepino, cebola e alho (Dearman et al., 1987; Passam et al., 1989; Khan, 1992).

Além das sementes de espécies hortaliças, há relatos de que o condicionamento osmótico pode

umentar o desempenho das sementes de culturas como soja e milho-doce. Segundo Tilden & West (1985), o "priming" reverteu os efeitos do envelhecimento em sementes de soja, aumentando a porcentagem de germinação de sementes de baixo vigor e reduzindo os valores de condutividade elétrica. Sung & Chang (1993) verificaram que o condicionamento osmótico aumentou a porcentagem final e a uniformidade de emergência de sementes de milho-doce, especialmente em baixas temperaturas.

Os poucos trabalhos existentes na literatura utilizando a técnica do condicionamento osmótico em sementes de soja são bastante promissores, contudo, ainda são necessárias informações específicas a respeito das implicações de ordem fisiológica e bioquímica, além da tolerância das sementes ao processo de secagem e resposta às condições de estresse, antes de sua utilização em âmbito comercial. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de soja, submetidas ao processo de hidratação-desidratação, em resposta à condição de estresse induzida pelo teste de envelhecimento acelerado.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em laboratório e casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, utilizando sementes de soja das variedades UFV-10 (Uberaba), IAC-8 e Doko RC colhidas manualmente no estádio de maturação R8 (95% das vagens maduras). Em seguida, as sementes foram debulhadas em máquina trilhadeira estacionária e secas sob condições ambientais até apresentarem teores de água de 10-11% (base úmida). Posteriormente, as sementes foram peneiradas para separação das impurezas e uniformização quanto ao tamanho, após o que foram acondicionadas em sacos de algodão e mantidas em câmara fria e seca (10°C de temperatura e 70% de umidade relativa) até o início dos tratamentos.

As amostras foram, então, submetidas ao processo de hidratação-desidratação. As sementes foram condicionadas osmoticamente em solução de polietileno glicol (PEG 6000), de acordo com método desenvolvido por Del Giudice (1996), sendo secas novamente em estufa com circulação de ar forçada, por 48 horas à temperatura de 25°C, até a umidade inicial (10-11%). Em seguida, as sementes desidratadas foram submetidas ao estresse induzido pelo teste de envelhecimento acelerado, à

temperatura de 41°C, por diferentes períodos de exposição (0, 24, 48 e 72 horas), segundo o método estabelecido por Krzyzanowski et al. (1991).

Para a realização do condicionamento osmótico, as amostras de sementes foram colocadas em caixas de plástico do tipo "gerbox", contendo quatro folhas de papel toalha (germitest), umedecidas com 30 mL da solução de PEG 6000 + 0,2% de fungicida Thiram, com potencial osmótico ajustado a -0,8 MPa. As caixas "gerbox" com as sementes foram levadas a uma estufa incubadora do tipo B.O.D., regulada para 20°C, por quatro dias (Del Giudice, 1996). A concentração de PEG 6000 utilizada para obter o potencial osmótico desejado (-0,8 MPa) à temperatura de 20°C, foi obtida pela equação proposta por Michel & Kaufmann (1973). Após o período de condicionamento osmótico, as sementes foram lavadas em água corrente, para eliminação do excesso do agente osmótico, e imediatamente submetidas ao processo de secagem descrito anteriormente.

Os resultados do condicionamento osmótico foram comparados com duas testemunhas, isto é, com as sementes não tratadas (secas) e sementes embebidas em água desmineralizada, por determinado intervalo de tempo, até atingir o grau de umidade final obtido pelas sementes com a solução contendo PEG 6000 e, em seguida, desidratadas. O tempo de embebição das sementes em água desmineralizada (testemunha) foi determinado por meio de curvas de calibração utilizando-se diferentes intervalos de hidratação (0, 1, 3 e 6 horas). Os resultados obtidos bem como as equações de regressão ajustadas encontram-se na Tabela 1.

As avaliações da qualidade fisiológica das sementes foram realizadas após cada período de envelhecimento acelerado, por meio de testes conduzidos em laboratório e casa de vegetação. Em laboratório, as sementes foram avaliadas pelo teste padrão de germinação, comprimento de plântula e biomassa seca das plântulas. Em casa de vegetação, determinaram-se o índice de

velocidade de emergência e a porcentagem final de emergência em substrato de areia.

Na avaliação da germinação das sementes, realizada pelo teste padrão de germinação, foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, semeadas entre três folhas de papel toalha, umedecidas com água desmineralizada, utilizando-se três vezes o peso do papel seco embebido em água. Foram confeccionados rolos, que foram mantidos em germinador regulado para 25±1°C. As avaliações aconteceram aos cinco (primeira contagem) e oito dias (contagem final), computando-se a porcentagem de plântulas normais, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). A primeira contagem foi considerada um indicativo do vigor e a contagem final, da viabilidade das sementes.

Para avaliação do comprimento de plântula, usaram-se cinco repetições de 20 sementes, colocadas para germinar entre três folhas de papel-toalha. As sementes foram distribuídas manualmente no sentido longitudinal das folhas, com o hilo voltado para a parte inferior do papel. Em seguida, foram confeccionados rolos, que por sua vez foram colocados em sacos de plástico de coloração preta, com a finalidade de manter constante a umidade em seu interior, bem como eliminar o efeito da luminosidade. Os rolos foram colocados em pé no germinador regulado à temperatura de 25±1°C, por sete dias. Esta determinação foi realizada apenas nas plântulas normais, eliminando-se as anormais e as sementes mortas, efetuando-se as medições em centímetros (Krzyzanowski et al., 1991).

A determinação da biomassa seca das plântulas foi realizada em conjunto com o teste anterior, removendo-se os cotilédones das plântulas normais. Os eixos embrionários de cada repetição foram colocados em sacos de papel e levados para secar em estufa com circulação de ar forçada, regulada à temperatura de 80±2° C, durante 24 horas. Após esse período, as amostras foram colocadas para resfriar em dessecadores e pesadas em

**TABELA 1. Tempo de embebição das sementes de três variedades de soja, em água desmineralizada, necessário para a obtenção de idêntico grau de umidade das sementes embebidas em PEG 6000, a -0,8 MPa e 20°C, durante quatro dias, bem como as equações de regressão ajustadas.**

Variedade	Grau de umidade em solução de PEG 6000	Tempo de embebição em água desmineralizada	Equação de regressão <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>
	(%)	(horas)		
UFV-10	44,13	5,23	Y = 14,90 + 5,5848X	0,99
IAC-8	41,88	5,43	Y = 17,42 + 4,5045X	0,93
Doko RC	43,19	5,89	Y = 14,25 + 4,9162X	0,99

<sup>1</sup> Y = grau de umidade; X = tempo de embebição.

balança com precisão de um miligrama. Os resultados foram expressos em mg/plântula (Krzyzanowski et al., 1991).

A emergência final em substrato de areia foi conduzida com uso de cinco repetições de 40 sementes para cada tratamento. A areia foi previamente lavada, esterilizada com brometo de metila e distribuída em bandejas de plástico. Para a semeadura foram abertos seis sulcos longitudinais em cada bandeja, com 3 cm de profundidade e 4 cm de espaçamento entre sulcos, utilizando-se 40 sementes/sulco. A umidade foi mantida com irrigações freqüentes. A avaliação foi realizada no décimo segundo dia após a instalação do teste e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais emergidas (Brasil, 1992).

A velocidade de emergência foi realizada em conjunto com o teste anterior, computando-se o número de plântulas emergidas diariamente, até que este número fosse constante. Para o cálculo do índice de velocidade de emergência, empregou-se a fórmula proposta por Maguire (1962). Foram consideradas plântulas emergidas aquelas que apresentavam os cotilédones completamente acima do nível da areia.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com tratamentos no esquema fatorial. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão. Os dados de porcentagem de vigor e germinação das sementes, além de emergência das plântulas, foram previamente transformados em  $\arcsin \sqrt{\% / 100}$ , para efeito de análise estatística.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 1 encontram-se os resultados da porcentagem de plântulas normais, na primeira contagem do teste padrão de germinação (TPG), das sementes de três variedades de soja submetidas a diferentes tratamentos de hidratação-desidratação e períodos de envelhecimento. O tratamento de hidratação-desidratação das sementes em polietileno glicol (PEG 6000) resultou em aumento do vigor inicial delas. O incremento no vigor proporcionado foi superior a 10% em relação a todas as variedades testadas, justificando o conceito de revigoração de sementes.

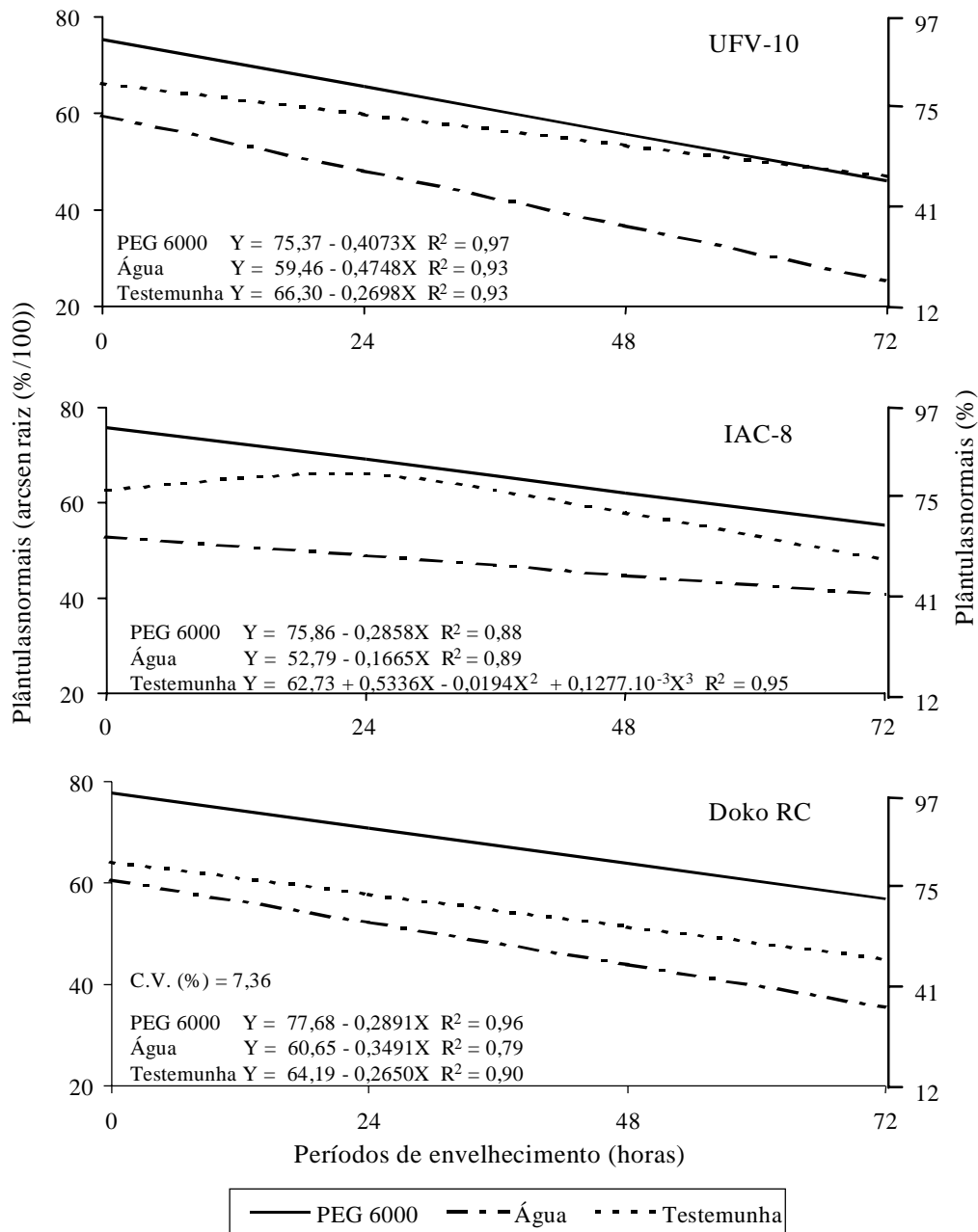
Observou-se, ainda, uma tendência de redução no vigor das sementes com o aumento dos períodos de envelhecimento acelerado em todos os tratamentos de embebição controlada. Contudo, o tratamento de hidratação em PEG 6000 (condicionamento osmótico), seguido de desidratação, foi efetivo em

manter o vigor das sementes, mesmo sob condições bastante desfavoráveis, induzidas pela exposição prolongada ao envelhecimento acelerado.

Por sua vez, a embebição das sementes em água desmineralizada, seguida de secagem, foi prejudicial à qualidade das sementes, reduzindo drasticamente o vigor, especialmente no período de envelhecimento acelerado de 72 horas (Fig. 1). Resultados semelhantes foram obtidos por outros autores (Del Giúdice, 1996; Lopes, 1996). A velocidade com que a água penetra nos tecidos das sementes representa um papel decisivo no sucesso da germinação. Quando a semente ou eixo embrionário é colocado em água pura a embebição processa-se muito rapidamente, podendo ocorrer danos ou injúrias às sementes (Powell & Matthews, 1979). Os efeitos prejudiciais da rápida embebição podem ser decorrentes de fatores como: redução na integridade das membranas celulares, aumento na atividade de microrganismos, pelo vazamento de solutos, ou, ainda, baixa disponibilidade de oxigênio, levando ao processo de respiração anaeróbica (Ishida et al., 1988; Armstrong & McDonald, 1992).

Os resultados referentes à porcentagem de germinação das sementes de três variedades de soja, na contagem final do TPG, encontram-se ilustrados na Fig. 2. À semelhança dos resultados obtidos quanto ao vigor das sementes, o processo de hidratação-desidratação em PEG 6000 promoveu um aumento inicial bastante significativo na porcentagem de germinação nas três variedades de soja em estudo. Tais aumentos nos valores de germinação foram próximos de 15%, em relação às duas testemunhas, ou seja, sementes embebidas em água desmineralizada e sementes não tratadas (secas). Entretanto, no decorrer dos períodos de envelhecimento acelerado ocorreu uma tendência de redução na germinação das sementes. Apesar disso, os aumentos obtidos inicialmente com o tratamento com PEG 6000 foram mantidos em todos os períodos de envelhecimento, mesmo sob condição de estresse bastante acentuada (72 horas a 41°C e 100% de umidade relativa).

Diversos trabalhos de pesquisa têm sugerido que os efeitos do tratamento de condicionamento osmótico das sementes, seguidos ou não de desidratação ("dry back"), são mais marcantes quando o ambiente apresenta-se desfavorável ou quando as



**FIG. 1.** Plântulas normais obtidas na primeira contagem do teste padrão de germinação, das sementes de três variedades de soja, submetidas a quatro períodos de envelhecimento acelerado, após os tratamentos de hidratação em solução de polietileno glicol 6000 (condicionamento osmótico) ou em água, seguidos de desidratação, e da testemunha sem tratamento de hidratação-desidratação.

sementes são submetidas a uma determinada condição de estresse, induzida por temperaturas sub ou supraótimas, déficit hídrico ou elevada salinidade do meio (Bradford, 1986; Eira, 1988; Del Giudice, 1996).

Contudo, neste estudo alguns tratamentos de hidratação controlada mostraram um pequeno aumento no potencial germinativo das sementes, no período de 24 horas de exposição ao envelhecimento acelerado (Fig. 2). Esse fato pode estar relacionado com a redução na infecção das sementes por determinados patógenos, uma vez que, segundo Agarwal & Sinclair (1987), a elevação da temperatura por períodos relativamente curtos poderia atuar como um tratamento térmico de controle microbiano.

Observou-se, ainda, que o processo de secagem das sementes, após o tratamento de condicionamento osmótico em solução de PEG 6000, não afetou o vigor e a viabilidade das sementes, sugerindo tratar-se de alternativa viável na utilização em larga escala dessa técnica. Contudo, a aplicação comercial depende de mais conhecimento das implicações de ordem fisiológica, bioquímica e sanitária, bem como do desenvolvimento de uma prática mais simples e, principalmente, de baixo custo. Outros autores (Dell'Aquila & Tritto, 1990; Armstrong & McDonald, 1992) observaram que os efeitos benéficos do condicionamento osmótico foram mantidos após a desidratação das sementes de trigo e de soja.

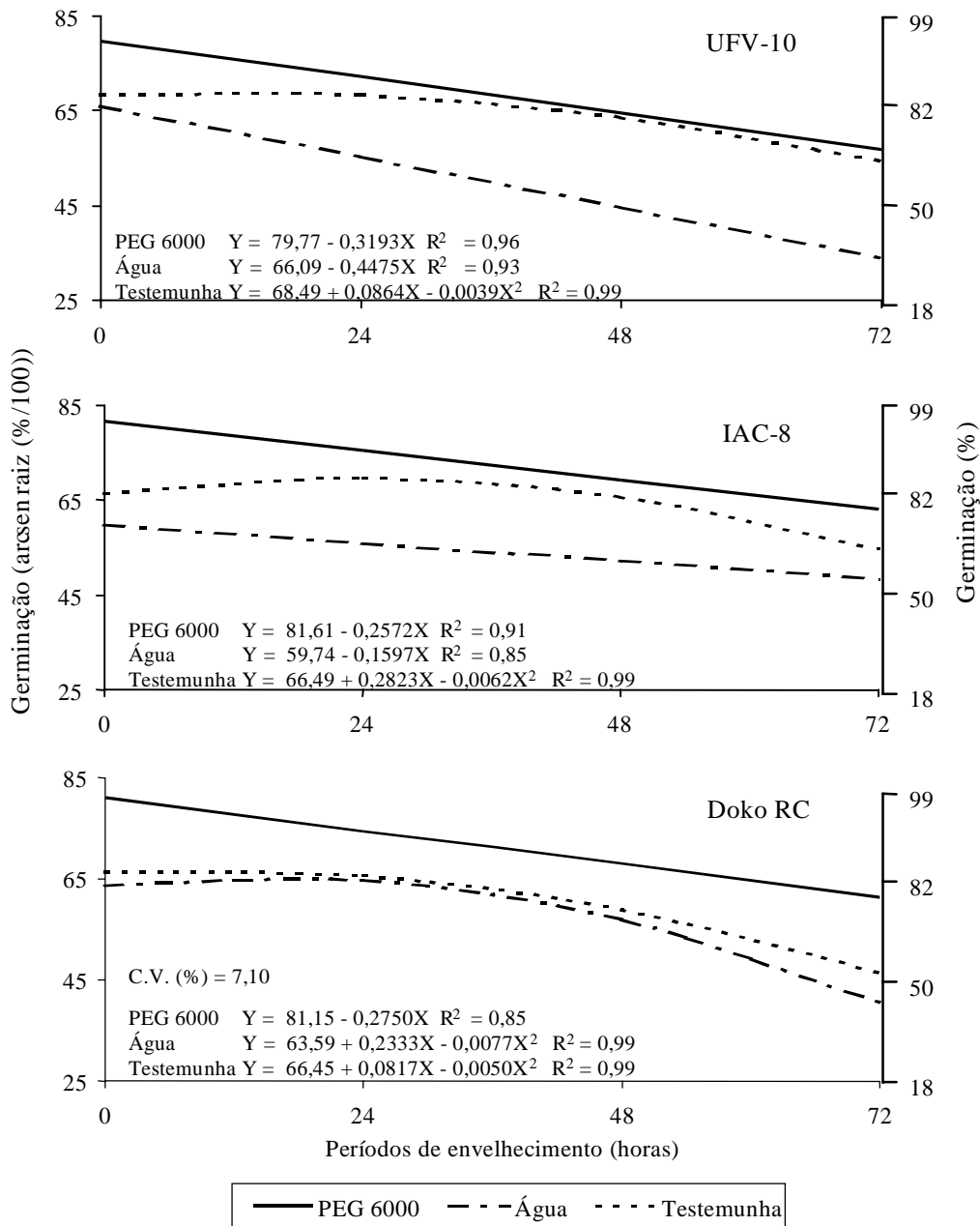
As variedades de soja utilizadas neste trabalho mostraram uma resposta diferenciada aos tratamentos de hidratação-desidratação aplicados, não só em vigor das sementes (Fig. 1), como também em germinação (Fig. 2). A variedade UFV-10 foi a que apresentou maior redução nessas características, com o aumento dos períodos de envelhecimento acelerado, independentemente do tratamento de hidratação utilizado. Ao contrário, a variedade IAC-8 revelou os melhores desempenhos. Respostas diferenciadas entre cultivares também foram obtidos por Kalpana & Madhava Rao (1994), em sementes de *Cajanus cajan*.

Diversos pesquisadores têm associado a redução da capacidade germinativa e do vigor das sementes submetidas ao envelhecimento acelerado com a oxidação dos lipídios e redução na síntese de determinadas proteínas, levando ao decréscimo nos teores de ácidos graxos, bem como no conteúdo dos fosfolipídios presentes nas membranas celulares

(Powell & Matthews, 1979; Stewart & Bewley, 1980; Priestley & Leopold, 1983; Matthews, 1985; Dell'Aquila, 1994). Entretanto, Tilden & West (1985) verificaram que os efeitos nocivos provocados pelo envelhecimento acelerado foram revertidos pela embebição lenta das sementes de soja (condicionamento osmótico). Segundo eles, o "priming" reduziu os valores de condutividade elétrica e aumentou a porcentagem de germinação de sementes de baixo vigor, sugerindo que o mecanismo de reversão foi, provavelmente, metabólico, uma vez que estava na dependência da temperatura, grau de umidade e duração do tratamento. Este aparente "rejuvenescimento" foi aceito como evidência para o processo de reparação metabólica de alguns componentes subcelulares bem como da membrana plasmática.

O comprimento médio das plântulas de soja das três variedades (Fig. 3) também sofreu uma redução com o aumento dos períodos de exposição das sementes à condição de estresse, induzida pelo teste de envelhecimento acelerado. Contudo, o tratamento de hidratação em solução de PEG 6000, seguido pelo processo de secagem, novamente, apresentou os melhores resultados, sugerindo um efeito benéfico do tratamento sobre os componentes de vigor das sementes. Por sua vez, o processo de hidratação-desidratação das sementes de soja em água desmineralizada foi prejudicial à qualidade fisiológica. De acordo com Armstrong & McDonald (1992), o condicionamento osmótico das sementes de soja com PEG, seguido de um período de secagem, resultou no desenvolvimento normal das plântulas e aumento no comprimento da radícula e plúmula, enquanto a embebição das sementes em água resultou em crescimento anormal das plântulas dessa espécie.

Novamente, foram obtidas respostas diferenciadas das variedades de soja ao comprimento de plântula, em função dos períodos de envelhecimento acelerado das sementes (Fig. 3). Contudo, tais diferenças no comportamento das variedades também estavam na dependência do tratamento de hidratação-desidratação aplicado. No período inicial (ausência de envelhecimento acelerado), não foram obtidas diferenças significativas entre o tratamento em solução de PEG 6000 e a testemunha, porém a embebição em água desmineralizada apresentou os piores resultados. Ao contrário, a partir do período de 24 horas de envelhecimento, as



**FIG. 2.** Germinação, na contagem final do teste padrão de germinação, das sementes de três variedades de soja, submetidas a quatro períodos de envelhecimento acelerado, após os tratamentos de hidratação em solução de polietileno glicol 6000 (condicionamento osmótico) ou em água, seguidos de desidratação, e da testemunha sem tratamento de hidratação-desidratação.



diferenças obtidas nos valores de comprimento de plântula foram significativas em todos os tratamentos.

As sementes da variedade UFV-10 foram as que apresentaram os maiores valores nessa característica, quando submetidas ao tratamento de hidratação-desidratação em solução de PEG 6000. Apesar disso, foi a que mostrou o pior desempenho quando suas sementes foram submetidas à embebição em água, principalmente no período de envelhecimento acelerado de 72 horas (Fig. 3). Segundo Khan (1992), o tratamento de condicionamento osmótico tem sido efetivo em aumentar a performance das sementes, especialmente sob condições ambientais adversas. Contudo, tanto as espécies como cultivares dentro de uma mesma espécie respondem de maneira distinta ao tratamento.

Os resultados obtidos em biomassa seca das plântulas mostrou diferença significativa apenas quanto à interação tratamentos de hidratação-desidratação x períodos de envelhecimento (Fig. 4) e variedades x períodos de envelhecimento (Fig. 5). Com relação aos tratamentos de embebição das sementes, seguidos de secagem, não foi observada diferença no período inicial de envelhecimento (ausência de envelhecimento), entre a testemunha e o processo de hidratação-desidratação em solução de PEG 6000; nos demais períodos, todos os tratamentos mostraram-se significativamente distintos. Contudo, o tratamento em solução de PEG 6000 foi o que revelou os maiores valores de biomassa seca das plântulas de soja, sugerindo ser bastante satisfatório em aumentar a performance das sementes, mesmo sob condições de estresse bastante severas.

Ao contrário do tratamento de hidratação-desidratação em solução de PEG 6000, a embebição prévia das sementes em água desmineralizada não apenas reduziu a germinação e o vigor das sementes (Figs. 1 e 2) como também afetou o crescimento das plântulas (Fig. 3) e, conseqüentemente, o acúmulo de biomassa seca (Fig. 4). Resultados semelhantes foram observados no trabalho realizado por Armstrong & McDonald (1992), com sementes osmocondicionadas ou não de soja.

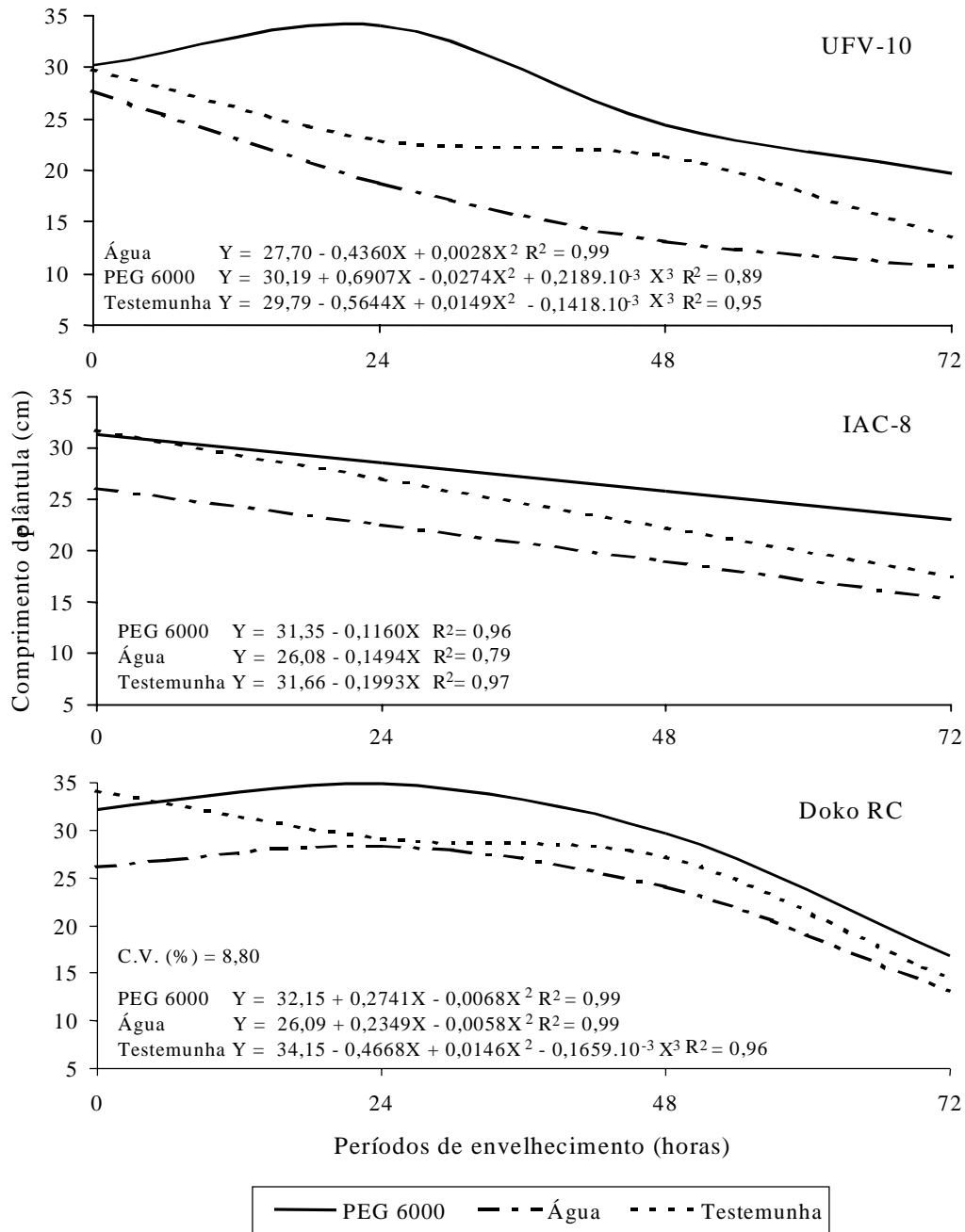
As variedades de soja também mostraram comportamento diferenciado, em relação ao acúmulo de matéria seca, quando submetidas a diferentes períodos de envelhecimento acelerado (Fig. 5). A variedade IAC-8 foi a que apresentou os maiores

incrementos nessa característica, em todos os períodos de envelhecimento das sementes, diferindo significativamente da UFV-10 e Doko RC.

Os resultados obtidos em casa de vegetação em relação ao índice de velocidade de emergência encontram-se esquematicamente representados na Fig. 6. Novamente foram observadas diferenças marcantes entre os tratamentos, sendo a embebição das sementes em PEG 6000, seguida de desidratação, significativamente superior à testemunha sem tratamento e ao tratamento de hidratação em água, em todos os períodos de envelhecimento acelerado. Este último foi considerado prejudicial à qualidade fisiológica das sementes, afetando drasticamente a velocidade de emergência das plântulas em substrato de areia.

Segundo Bradford (1986), o condicionamento osmótico é uma técnica de embebição controlada, que permite a ocorrência de uma ativação metabólica. Sementes tratadas dessa forma e posteriormente secas, freqüentemente exibem uma germinação mais rápida e uniforme, quando subseqüentemente reidratadas, mesmo sob condições ambientais adversas. O objetivo do condicionamento osmótico seria, portanto, reduzir o tempo, sincronizar e melhorar a porcentagem de germinação. A maior vantagem da técnica parece ser a emergência da radícula em menor tempo, ficando a semente menos sujeita às condições adversas do ambiente, principalmente temperaturas inadequadas ou baixa disponibilidade de água no solo (Khan, 1992). Esta última tem sido considerada como um dos principais problemas enfrentados na produção da soja, por ocasião do plantio, uma vez que a ocorrência de veranicos é bastante comum em muitas áreas produtoras.

As variedades de soja também mostraram diferenças de comportamento em relação à emergência das plântulas em substrato de areia (Fig. 7), quando submetidas a diferentes condições de estresse induzidas pelo teste de envelhecimento acelerado. De maneira semelhante à biomassa seca das plântulas (Fig. 5), novamente a variedade IAC-8 mostrou-se significativamente superior às demais, apresentando os maiores valores de porcentagem de emergência das plântulas. As variedades UFV-10 e Doko RC revelaram tendência bastante similar quanto a essa característica, não diferindo entre si.



**FIG. 3.** Comprimento das plântulas de três variedades de soja, submetidas a quatro períodos de envelhecimento acelerado, após os tratamentos de hidratação em solução de polietileno glicol 6000 (condicionamento osmótico) ou em água, seguidos de desidratação, e da testemunha sem tratamento de hidratação-desidratação.

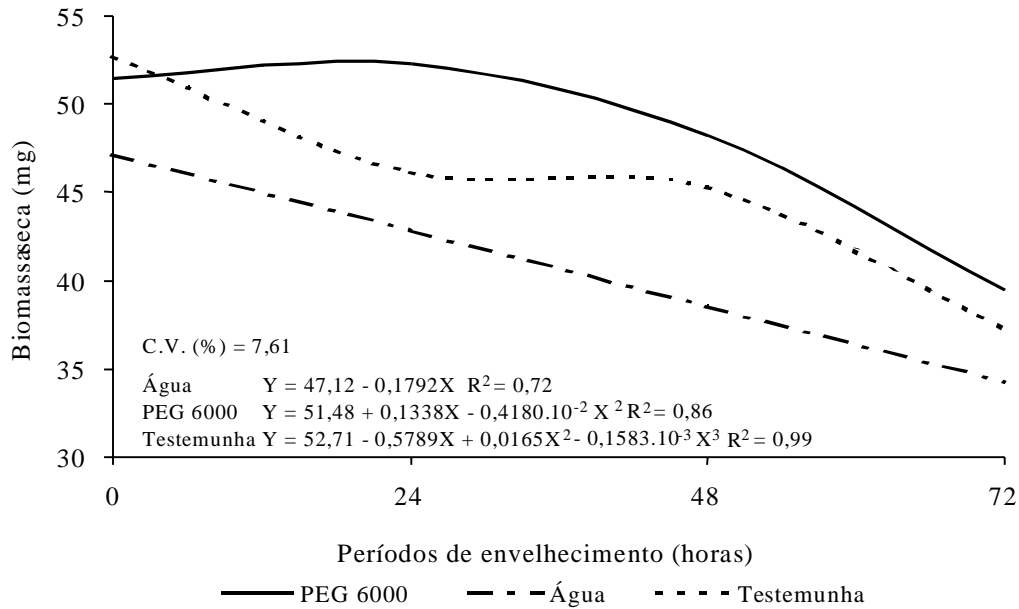


FIG. 4. Biomassa seca das plântulas de soja, submetidas a quatro períodos de envelhecimento acelerado, após os tratamentos de hidratação em solução de polietileno glicol 6000 (condicionamento osmótico) ou em água, seguidos de desidratação, e da testemunha sem tratamento de hidratação-desidratação.

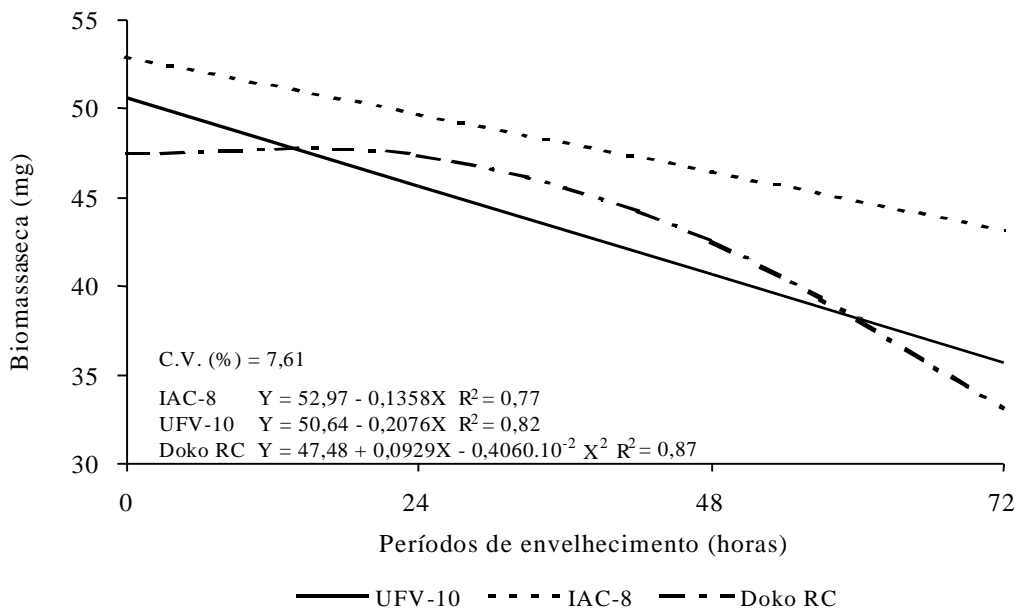


FIG. 5. Biomassa seca das plântulas de três variedades de soja, submetidas a quatro períodos de envelhecimento acelerado.

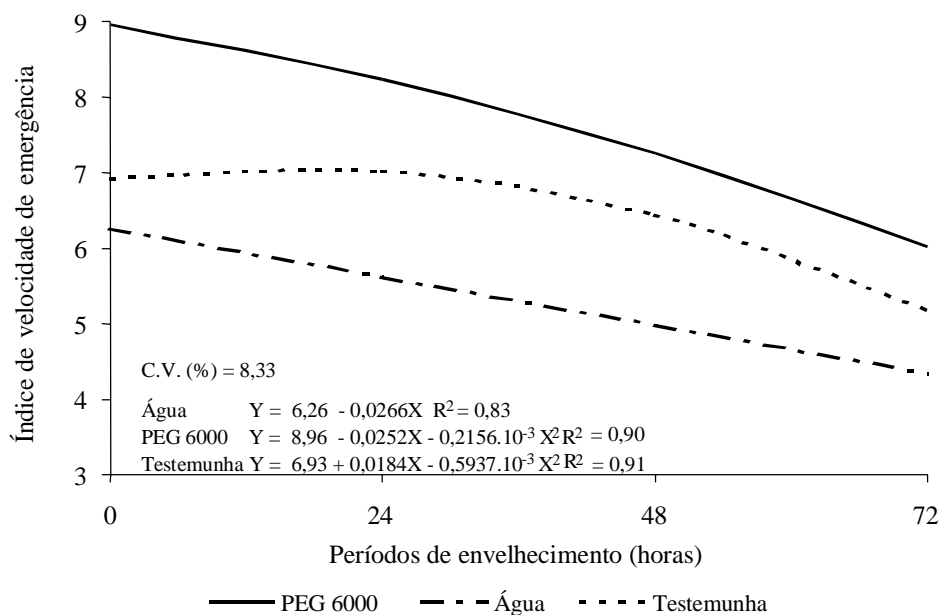


FIG. 6. Índice de velocidade de emergência das plântulas de soja, submetidas a quatro períodos de envelhecimento acelerado, após os tratamentos de hidratação em solução de polietileno glicol 6000 (condicionamento osmótico) ou em água, seguidos de desidratação, e da testemunha sem tratamento de hidratação-desidratação.

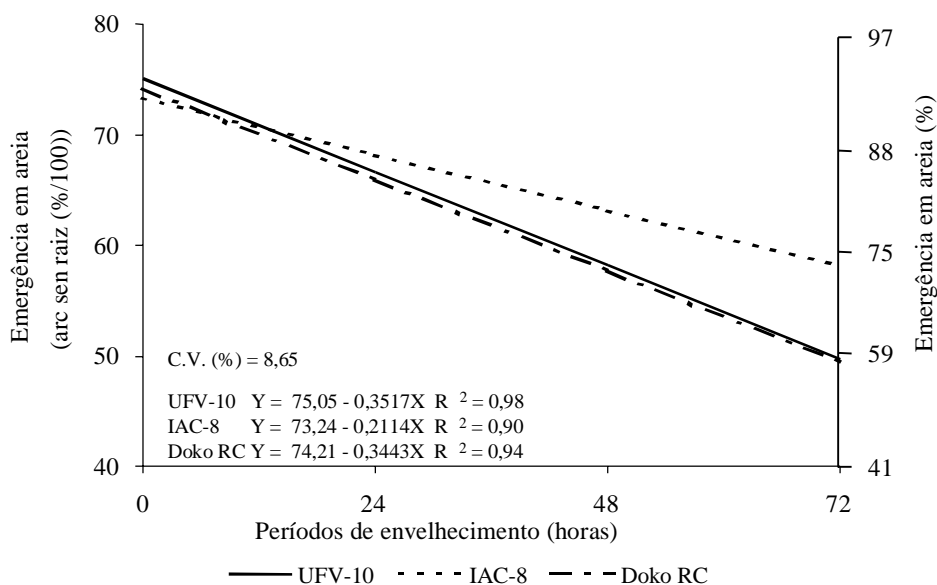


FIG. 7. Emergência em substrato de areia das plântulas de três variedades de soja, submetidas a quatro períodos de envelhecimento acelerado.

### CONCLUSÕES

1. O tratamento de hidratação-desidratação das sementes de soja em solução de PEG 6000 melhora o desempenho das sementes em termos de germinação e vigor.

2. O aumento nos períodos de envelhecimento acelerado afeta o desempenho das sementes em todos os tratamentos.

3. O tratamento com PEG 6000 promove a manutenção da qualidade das sementes submetidas a vários períodos de envelhecimento acelerado.

4. A embebição das sementes de soja em água desmineralizada, seguida de desidratação, é prejudicial à qualidade fisiológica.

5. As variedades de soja utilizadas mostram comportamento diferenciado em relação aos tratamentos de hidratação-desidratação e períodos de envelhecimento acelerado.

### REFERÊNCIAS

- AGARWAL, V.K.; SINCLAIR, J.B. **Principles of seed pathology**. Boca Raton: CRC Press, 1987. v.1, 176p.
- ANDRADE, A.P. **Condicionamento osmótico de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) em diferentes níveis de cloreto de sódio**. Pelotas: UFPel, 1993. 55p. Tese de Mestrado.
- ARMSTRONG, H.; McDONALD, M.B. Effects of osmoconditioning on water uptake and electrical conductivity in soybean seeds. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.20, p.391-400, 1992.
- BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.5, p.1105-1112, 1986.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CANO, E.A.; BOLARIN, M.C.; PEREZ-ALFOCEA, F.; CARO, M. Effects of NaCl priming on increased salt tolerance in tomato. **Journal of Horticultural Science**, v.66, p.621-628, 1991.
- DEARMAN, J.; DREW, R.L.K.; BROCKLEHURST, P.A. Effect of osmotic priming, rinsing and storage on the germination and emergence of carrot seed. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v.111, p.723-727, 1987.
- DEL GIÚDICE, M.P. **Condicionamento osmótico de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Viçosa: UFV, 1996. 130p. Tese de Doutorado.
- DELL'AQUILA, A. Wheat seed ageing and embryo protein degradation. **Seed Science Research**, Wallingford, v.4, p.293-298, 1994.
- DELL'AQUILA, A.; TRITTO, V. Ageing and osmotic priming in wheat seeds: effects upon certain components of seed quality. **Annals of Botany**, v.65, p.21-26, 1990.
- EIRA, M.T.S. **Condicionamento osmótico de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.): efeitos sobre a germinação e desempenho sob estresses hídrico, salino e térmico**. Piracicaba: USP-ESALQ, 1988. 90p. Tese de Mestrado.
- HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y.J. Invigoration of seeds? **Seed Science & Technology**, Zurich, v.3, n.3/4, p.881-888, 1975.
- ISHIDA, N.; KANO, H.; KOBAYASHI, T.; HAMAGUCHI, H.; YOSHIDA, T. The relationship between imbibitional damage and initial water content of soybeans. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tokyo, v.52, p.2771-2775, 1988.
- KALPANA, R.; MADHAVA RAO, K.V. Absence of the role of lipid peroxidation during accelerated ageing of seeds of pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) cultivars. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.22, p.253-260, 1994.
- KHAN, A.A. Preplant physiological seed conditioning. **Horticultural Review**, Edinburgh, v.13, p.131-181, 1992.
- KHAN, A.A.; TAO, K.-L.; KNYPL, J.S.; BORKOWSKA, B.; POWELL, L.E. Osmotic conditioning of seeds: physiological and biochemical changes. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.83, p.267-278, 1978.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p.15-50, 1991.
- LOPES, H.M. **Embebição e condicionamento fisiológico de sementes de cebola influenciados por temperatura e potencial osmótico da solução**. Viçosa: UFV, 1996. 103p. Tese de Doutorado.

- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, p.176-177, 1962.
- MATTHEWS, S. Physiology of seed ageing. **Outlook on Agriculture**, v.14, n.2, p.89-94, 1985.
- MICHEL, B.E.; KAUFMANN, M.R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Lancaster, v.51, n.6, p.914-916, 1973.
- PASSAM, H.C.; KARAVITES, P.I.; PAPANDREOU, A.A.; THANOS, C.A.; GEORGHIOU, K. Osmoconditioning of seeds in relation to growth and fruit yield of aubergine, pepper, cucumber and melon in unheated greenhouse cultivation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.38, p.207-216, 1989.
- PEÑALOZA, A.P.S.; EIRA, M.T.S. Hydration-dehydration treatments on tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Seed Science & Technology**, Zurich, v.21, p.309-316, 1993.
- PESKE, S.T.; DELOUCHE, J.C. Semeadura de soja em condições de baixa umidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.69-85, jan. 1985.
- PILL, W.G.; FRETT, J.J.; MORNEAU, D.C. Germination and seedling emergence of primed tomato and asparagus seeds under adverse conditions. **HortScience**, Alexandria, v.26, p.1160-1162, 1991.
- POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. The influence of testa condition on the imbibition and vigour of pea seeds. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.30, p.193-197, 1979.
- PRIESTLEY, D.A.; LEOPOLD, A.C. Lipid changes during natural aging of soybean seeds. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.59, p.467-470, 1983.
- SMITH, P.T.; COOB, B.G. Physiological and enzymatic characteristics of primed, re-dried, and germinated pepper seeds. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.20, p.503-513, 1992.
- STEWART, R.R.C.; BEWLEY, J.D. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. **Plant Physiology**, Lancaster, v.65, p.245-248, 1980.
- SUNG, F.J.M.; CHANG, Y.H. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. **Seed Science & Technology**, Zurich, v.21, p.97-105, 1993.
- TAYLOR, A.G.; HARMAN, G.E. Concepts and technologies of selected seed treatments. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.28, p.321-339, 1990.
- TILDEN, R.L.; WEST, S.H. Reversal of the effects of aging in soybean seeds. **Plant Physiology**, Lancaster, v.77, p.584-586, 1985.