

INFLUÊNCIA DO POTENCIAL HÍDRICO INDUZIDO POR POLIETILENOGLICOL NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA¹

ALESSANDRO DE LUCCA E BRACCINI², MÚCIO SILVA REIS³, CARLOS SIGUEYUKI SEDIYAMA, TUNEO SEDIYAMA⁴ e VALTERLEY SOARES ROCHA⁵

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do potencial hídrico induzido por polietilenoglicol, na qualidade fisiológica de sementes das cultivares de soja UFV 10 (Uberaba), IAC 8, Doko RC e Savana. Para tanto, foi conduzido um experimento em laboratório em que as sementes foram colocadas para germinar em substrato papel-toalha, umedecido com soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) + 0,2% de fungicida thiram, nos níveis de potencial osmótico: 0 (testemunha); -0,05; -0,1; -0,2; -0,4; -0,6 e -0,8 MPa. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio do teste-padrão de germinação (primeira contagem e contagem final), comprimento da plântula e peso da matéria seca das plântulas. O decréscimo nos níveis de potencial osmótico provocou redução acentuada em todas as características avaliadas, que dependeram da cultivar estudada e da qualidade fisiológica inicial da semente. O vigor foi mais afetado que a germinação quando as sementes foram submetidas ao mesmo grau de déficit hídrico. As cultivares UFV 10, Doko RC e IAC 8, com melhor qualidade das sementes, apresentaram desempenho satisfatório até o nível de potencial osmótico de -0,1 MPa, enquanto que a cultivar Savana, de pior qualidade fisiológica, apresentou desempenho satisfatório até o nível de -0,05 MPa. O nível de potencial osmótico de -0,2 MPa foi o limite para a discriminação dos genótipos, em relação ao comprimento e peso da matéria seca das plântulas. No nível de potencial osmótico de -0,6 MPa, a germinação e o vigor das sementes foi praticamente insignificante.

Termos para indexação: embebição, germinação, vigor.

EFFECTS OF WATER POTENTIAL INDUCED BY POLYETHYLENEGLYCOL ON SOYBEAN SEED PHYSIOLOGICAL QUALITY

ABSTRACT - An experiment was carried out in laboratory to evaluate the effects of water potential induced by polyethyleneglycol on soybean seed physiological quality of UFV 10 (Uberaba), IAC 8, Doko RC and Savana cultivars. The seeds were placed to germinate in germitest paper soaked with polyethyleneglycol (PEG 6000) solutions + 0.2% of thiram, using the following osmotic potential levels: 0 (control); -0.05; -0.1; -0.2; -0.4; -0.6 and -0.8 MPa. Seed physiological quality was evaluated by the standard germination test (first count and final count), seedling length and dry matter weight of seedlings. Decreases of the osmotic potential levels caused great reduction in all the characteristics evaluated, which were dependent on the cultivar and on the initial seed physiological quality. Seed vigor was more affected than germination at the same water deficit condition. UFV 10, Doko RC and IAC 8 cultivars, which showed high seed quality, had satisfactory performance until -0.1 MPa osmotic potential level, while Savana, with low seed quality, until -0.05 MPa level. The -0.2 MPa osmotic potential level was the genotype discrimination limit, in relation to length and dry matter weight of seedlings. At -0.6 MPa osmotic potential level, seed germination and vigor were almost null.

Index terms: imbibition, germination, vigor.

¹ Aceito para publicação em 14 de maio de 1998.

² Eng. Agr., D.Sc., 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

³ Eng. Agr., D.Sc., Prof. Titular, Dep. de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), CEP 36571-000 Viçosa, MG.

⁴ Eng. Agr., Ph.D., Prof. Titular, Dep. de Fitotecnia, UFV.

⁵ Eng. Agr., D.Sc., Prof. Adjunto, Dep. de Fitotecnia, UFV.

INTRODUÇÃO

No processo de germinação das sementes, a primeira etapa na seqüência de eventos que culminam com a retomada do crescimento do embrião (emissão da radícula) é a embebição, um tipo de difusão que ocorre quando as sementes absorvem água. Todas as sementes – exceto as dotadas de tegumento impermeável (sementes duras) – embebem-se ou reidratam-se quando expostas à água. A absorção de água dá início a uma série de processos físicos, fisiológicos e bioquímicos no interior da semente, os quais, na ausência de outro fator limitante, resultam na emergência da plântula (Popinigis, 1985).

Vários fatores podem limitar a embebição: entre eles, a composição e permeabilidade do tegumento, disponibilidade de água no ambiente, área de contato solo-semente, temperatura, pressão hidrostática e condição fisiológica da semente (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1989; Mian & Nafziger, 1994).

Um dos principais problemas enfrentados na produção da soja refere-se à não-obtenção de um estabelecimento adequado de plantas no campo. Um baixo estande de plantas pode ser causado por diversos fatores, dentre eles, o uso de sementes de baixa qualidade e condições ambientais adversas por ocasião da semeadura da lavoura. Disponibilidade insuficiente de água no solo é considerada uma das causas mais comuns da baixa germinação de sementes de soja, em várias regiões, uma vez que estiagens são freqüentes na época do plantio (Peske & Delouche, 1985).

No processo germinativo, ficou estabelecido que potenciais hídricos muito negativos, especialmente no início da embebição, influenciam a absorção de água pelas sementes, podendo, assim, inviabilizar a seqüência de eventos que culminam com a emergência das plântulas (Bansal et al., 1980). Contudo, as informações na literatura não são concordantes quanto às condições mínimas e ótimas de potencial hídrico no solo para a germinação das sementes.

Hunter & Erickson (1952) verificaram que sementes de soja semeadas em solo com potencial mátrico inferior a -6,6 bar apresentam problemas de germinação. Heatherly & Russell (1979) demonstraram que a taxa de emergência da soja em relação aos potenciais de água varia com o tipo de solo, sendo que em solo

argiloso ocorre boa germinação no intervalo de -0,1 a -0,7 atm de tensão de água, ao passo que no solo de textura média, a umidade ótima do solo para a germinação situa-se ao redor de -0,4 a -0,6 atm de tensão. Piana (1980) observou que em solo a -4,5 atm, as sementes de soja apresentam porcentagem de emergência muito menor que em potenciais de água maiores.

Segundo Sá (1987), potenciais matriciais de -4 e -8 atm no solo prejudicam sensivelmente a germinação das sementes de soja, mas não impedem a ocorrência do processo. Concluiu, ainda, que dentre os potenciais hídricos avaliados, -1/3 atm revelou-se o mais adequado, embora, a -2 atm a germinação das sementes de soja foi satisfatória.

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos utilizando soluções com diferentes potenciais osmóticos para umedecer os substratos, normalmente papel-toalha, onde as sementes são colocadas para germinar, procurando simular condições de baixa umidade do solo (Sá, 1987; Altuve, 1989; Gurmu & Naylor, 1991; Hardegee & Emmerich, 1994).

O PEG (polietilenoglicol) tem sido utilizado com sucesso em trabalhos de pesquisa para simular os efeitos do déficit hídrico nas plantas, por não penetrar nas células, não ser degradado e não causar toxidez, devido ao seu alto peso molecular (Hasegawa et al., 1984).

Entretanto, estudos visando relacionar o efeito do potencial hídrico com a germinação e vigor de sementes de soja, particularmente utilizando polietilenoglicol, são ainda bastante escassos. É objetivo deste trabalho avaliar o efeito do potencial hídrico, induzido por polietilenoglicol, na qualidade fisiológica das sementes de quatro cultivares de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

A multiplicação das sementes de soja foi realizada na área experimental conhecida como "Agronomia", pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. As cultivares de soja utilizadas neste trabalho foram: UFV 10 (Uberaba), IAC 8, Doko RC e Savana. As sementes foram colhidas manualmente no estádio de maturação R₈. Em seguida, as sementes foram secadas em condições naturais, até apresentarem teores de umidade entre 10 e 11% (base úmida), debulhadas das vagens em máquina trilhadeira estacionária e armazenadas em câmara

fria e seca (10°C de temperatura e 70% de umidade relativa do ar) até o início das avaliações.

Com a finalidade de obter informações a respeito da qualidade inicial das sementes, realizou-se o teste padrão de germinação em duas contagens, sendo a primeira (aos cinco dias) um indicativo do vigor e a contagem final (aos oito dias) da viabilidade das sementes (Brasil, 1992), além do teste de envelhecimento acelerado, comprimento e peso de matéria seca das plântulas (Krzyzanowski et al., 1991). As sementes foram, também, submetidas ao teste de sanidade, utilizando-se o método do papel-filtro ("blotter test"), avaliando-se o total de fungos e bactérias (Henning, 1987). Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1.

Para avaliação da influência do potencial hídrico na qualidade fisiológica das sementes, o substrato papel-toalha utilizado nos testes de germinação foi embebido com soluções de polietilenoglicol (PEG 6000), nos seguintes níveis de potencial osmótico: 0; -0,05; -0,1; -0,2; -0,4; -0,6 e -0,8 MPa (Tabela 2). O nível 0 de potencial osmótico refere-se à testemunha (controle), com a quantidade de água equivalente a três vezes o peso do substrato seco. A água utilizada nesse experimento foi desmineralizada. A cada tratamento foi adicionado o fungicida thiram a 0,2% para inibir o desenvolvimento de microorganismos, promovido pelo uso do PEG 6000.

Para o cálculo da quantidade de PEG 6000 a ser adicionada para se obter cada tensão de água, foi utilizada a equação proposta por Michel & Kaufmann (1973), ou seja:

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

em que:

Ψ_{os} = potencial osmótico (bar);

C = concentração (gramas de PEG 6000/litro de água);

T = temperatura (°C).

As concentrações de PEG 6000, em gramas/litro de água desmineralizada, utilizadas para obter cada tratamento, encontram-se na Tabela 2.

As avaliações foram realizadas pelo teste-padrão de germinação (primeira contagem e contagem final), o comprimento de plântula e o peso de matéria seca das plântulas.

O teste-padrão de germinação, consistiu de quatro subamostras de 50 sementes, colocadas para germinar entre três folhas de papel-toalha, umedecidas com as soluções, e em forma de rolos, que foram levados para germinador à temperatura de 25±2°C. As avaliações foram realizadas aos cinco dias (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 da plântula, foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes, colocadas para germinar nas mesmas condições do teste anterior. As sementes foram distribuídas, no sentido longitudinal das folhas, com o hilo voltado para a parte inferior do papel. Em seguida, os substratos em forma de rolos, foram colocados em sacos de plástico de coloração preta, com a finalidade de manter constante a umidade no seu interior, e eliminar o efeito da luminosidade. Os rolos foram colocados em pé no germinador regulado à temperatura de 25±2°C, durante sete dias. As medições do comprimento das plântulas fo-

TABELA 1. Médias estimadas nos testes-padrão de germinação (TPG), envelhecimento acelerado, comprimento de plântula, peso de matéria seca das plântulas (PMS) e total de fungos e bactérias no teste de sanidade, com sementes de quatro cultivares de soja¹.

Cultivar	TPG ²	TPG ²	Envelhecimento acelerado ²	Comprimento da plântula	PMS	Fungos e bactérias ²
	(1ª cont.)	(Cont. final)				
	----- (%) -----			(cm)	(mg)	(%)
UFV 10	92,78a	95,64a	90,98a	18,18b	41,02b	16,74c
IAC 8	90,08a	91,56b	90,25a	21,41a	50,29a	48,00a
Doko RC	89,96a	91,08b	86,13a	23,28a	30,15b	10,93c
Savana	72,21b	73,27c	72,03b	16,99b	32,58c	31,39b
Média	86,26	87,89	84,85	19,97	38,51	26,77
C.V. (%)	5,72	6,56	6,25	7,33	6,35	18,36

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

² Dados transformados em arc sen $\sqrt{\%/100}$ para análise estatística e apresentação das médias destransformadas.

ram realizadas apenas nas plântulas normais, eliminando-se as anormais e as sementes mortas (Krzyzanowski et al., 1991).

A determinação do peso de matéria seca das plântulas foi realizada em conjunto com o comprimento da plântula, removendo-se os cotilédones. Os eixos embrionários de cada repetição foram colocados em sacos de papel e levados para secar em estufa com circulação forçada de ar, regulada à temperatura de $80 \pm 2^\circ\text{C}$, durante 24 horas. Após esse período, as amostras foram colocadas para resfriar em dessecadores e pesadas em balança com precisão de um miligrama. Os resultados foram expressos em mg/plântula, conforme metodologia proposta por Krzyzanowski et al. (1991).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com tratamentos no esquema fatorial. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão. Na presença de interações significativas foram feitos os desdobramentos. Para obter-se um melhor ajuste das equações de regressão, eliminou-se o último nível de potencial osmótico ($\Psi_{os} = -0,8$ MPa), uma vez que, a partir do nível de $-0,6$ MPa, a germinação e o vigor foram praticamente insignificantes. Os dados em porcentagem nas duas contagens do teste-padrão de germinação foram previamente transformados em $\arcsen \sqrt{\%/100}$, para se efetuar a análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 1, encontra-se a representação gráfica do vigor das sementes avaliado por meio da primeira contagem do teste-padrão de germinação (TPG). Foi

TABELA 2. Concentração de polietilenoglicol (PEG 6000) utilizada para obter os diferentes níveis de potencial osmótico, com temperatura de 25°C .

Potencial osmótico (MPa)	Concentração (g PEG 6000/L H ₂ O)
0,00	0,000
-0,05	50,080
-0,10	78,490
-0,20	119,571
-0,40	178,343
-0,60	223,664
-0,80	261,948

possível observar redução acentuada no vigor das sementes causada pelo decréscimo dos níveis de potencial osmótico das soluções. As cultivares em estudo mostraram resposta diferenciada à condição de estresse hídrico imposta pelo PEG 6000. As cultivares UFV 10 e Doko RC foram as que apresentaram o maior vigor nos primeiros níveis de potencial osmótico. A cultivar IAC 8 apresentou um comportamento intermediário, enquanto a cultivar Savana, reconhecidamente problemática quanto à qualidade de sementes (Tabela 1), apresentou o pior desempenho quando submetida às mesmas condições de estresse.

A partir do nível de $-0,4$ MPa, apenas a cultivar Savana mostrou desempenho significativamente inferior, ao passo que no nível de $-0,6$ MPa o vigor foi praticamente insignificante em todas as cultivares, não havendo diferença estatística entre elas. Os dados sugerem comportamento diferenciado das cultivares quando submetidas à mesma condição de estresse hídrico, o que está em consonância com os resultados obtidos por outros autores (Hunter & Erickson, 1952; Evans & Stickler, 1961; Gurmu & Naylor, 1991). Contudo, essa resposta diferenciada está na dependência do nível de qualidade inicial do lote de sementes (Tabela 1).

O decréscimo observado no vigor das sementes à medida que aumentaram as concentrações do agente osmótico está de acordo com os resultados obti-

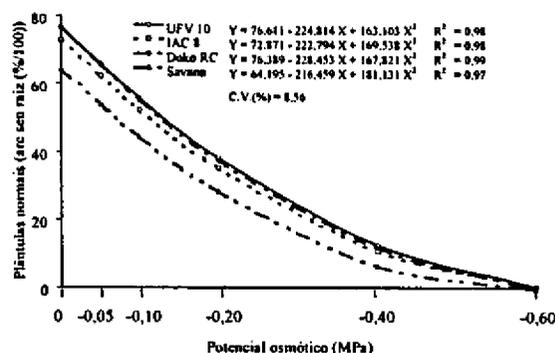


FIG. 1. Plântulas normais obtidas na primeira contagem do teste-padrão de germinação, das sementes de quatro cultivares de soja, submetidas a seis níveis de potencial osmótico em solução de polietileno glicol 6000.

dos por outros autores (Sá, 1987; Santos, 1994). Esses autores constataram redução no vigor das sementes de soja, detectado pela primeira contagem do TPG, com o decréscimo dos níveis de potencial osmótico das soluções de manitol.

Foi possível observar, ainda, que as cultivares UFV 10, Doko RC e IAC 8 apresentaram vigor aceitável, isto é, acima de 70%, até o nível de potencial osmótico de -0,1 MPa, ao passo que na cultivar Savana, o limite foi menor (-0,05 MPa). Por outro lado, o desempenho das sementes foi totalmente inibido no nível de -0,6 MPa. Segundo Adegbuyi et al. (1981), tanto a velocidade como a porcentagem de germinação têm sido severamente afetadas pelo estresse hídrico. Contudo, existe um valor crítico de potencial hídrico em cada espécie, abaixo do qual não ocorre germinação.

A germinação das sementes, avaliada por meio da contagem final do TPG, encontra-se representada na Fig. 2. De forma semelhante ao que ocorreu na primeira contagem, a germinação das sementes foi, também, bastante afetada pelo decréscimo dos níveis de potencial osmótico das soluções. Novamente, as cultivares UFV 10 e Doko RC apresentaram o maior desempenho germinativo, não diferindo significativamente entre si, enquanto a cultivar IAC 8 apresentou desempenho intermediário e a Savana registrou os menores valores de germinação, o que confirma a hipótese de que o comportamento diferencia-

do das cultivares está na dependência de sua qualidade inicial quando submetidas a estresse hídrico.

Comparando-se os resultados das Figs. 1 e 2, observa-se que o vigor das sementes de soja foi mais afetado que a germinação quando ocorreu aumento da concentração das soluções de PEG 6000, o que permitiu o ajuste de equações de regressão quadráticas. Este fato tornou-se mais evidente nos níveis de potencial osmótico mais negativos (-0,4 e -0,6 MPa). No nível de -0,6 MPa o vigor na primeira contagem foi totalmente inibido, mas foram constatados valores de germinação, embora bastante reduzidos.

Hunter & Erickson (1952) verificaram que sementes de soja semeadas em solo com potencial hídrico inferior a -6,6 bar (-0,66 MPa) apresentaram problemas de germinação. Segundo Sá (1987), potenciais hídricos de -4 e -8 atm (-0,4 e -0,8 MPa, respectivamente) prejudicam sensivelmente a germinação, mas não impedem a ocorrência do processo. Neste trabalho, não foi observada a protrusão da radícula no potencial osmótico de -0,8 MPa.

Hadas (1976) acredita que a redução da germinação das sementes de leguminosas, submetidas à estresse hídrico, é atribuída à menor difusibilidade da água através do tegumento, bem como ao prolongamento da fase estacionária, devido a redução da atividade enzimática e, conseqüentemente, menor desenvolvimento meristemático e emergência da radícula. Além disso, potenciais hídricos decrescentes causam redução da atividade respiratória das sementes durante a germinação (Barrueto Cid et al., 1981), causando inibição da germinação, pois é a partir desse processo que seriam formadas moléculas de ATP, necessárias ao desencadeamento dos processos germinativos.

Essas reduções nos processos metabólicos da germinação devem-se não só à sensibilidade das sementes à variação do potencial hídrico, mas também à natureza da substância indutora, que, muitas vezes, apresenta efeitos mais tóxicos que osmóticos sobre a germinação (Prisco & O'Leary, 1970). No caso do polietilenoglicol 6000, utilizado nesse trabalho, não há riscos de ser absorvido pelas sementes por causa do seu alto peso molecular; contudo, as soluções de PEG podem apresentar alta viscosidade, que, somada à baixa taxa de difusão de O₂, podem com-

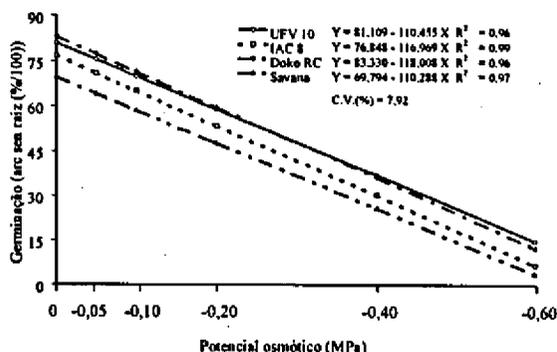


FIG. 2. Germinação das sementes na contagem final do teste-padrão de germinação, de quatro cultivares de soja, submetidas a seis níveis de potencial osmótico em soluções de polietileno glicol 6000.

prometer a disponibilidade de oxigênio para as sementes (Hasegawa et al., 1984; Hardegee & Emmerich, 1994).

Observou-se que as sementes das cultivares UFV 10, Doko RC e IAC 8 apresentaram valores de germinação aceitáveis até o nível de potencial osmótico de -0,1 MPa, ou seja, valores superiores a 75%, que, segundo a CESM-MG, seria o limite para a comercialização de lotes de sementes de soja. Em contrapartida, a cultivar Savana apresentou valores superiores ao mínimo estabelecido pela CESM-MG, até o nível de potencial osmótico de -0,05 MPa. Estes resultados são inferiores aos obtidos por Santos (1994), em que a autora verificou que o potencial osmótico de -3 atm (-0,3 MPa) de NaCl praticamente não afetou a germinação desta espécie.

A redução acentuada da germinação das sementes em maiores concentrações de PEG 6000 (-0,6 MPa) é atribuída, basicamente, à redução da quantidade de água absorvida pelas sementes, uma vez que não foram constatadas na literatura informações sobre possíveis efeitos tóxicos provocados por esse agente osmótico. Campos & Assunção (1990) atribuem o fato à aparente inibição da síntese e, ou, à atividade das enzimas hidrolíticas necessárias à germinação das sementes, com o aumento da concentração das soluções osmóticas.

Os resultados do comprimento de plântula das quatro cultivares de soja estão representados graficamente na Fig. 3. Observa-se, quanto a essa característica, que, à semelhança do que ocorreu no tocante ao vigor na primeira contagem e para a germinação (Figs. 1 e 2), foi constatada redução bastante acentuada nos valores de comprimento de plântula, quando ocorreu decréscimo nos níveis de potencial osmótico das soluções, o que concorda com os resultados obtidos por outros autores (Sá, 1987; Santos et al., 1992; Santos, 1994).

Nota-se, claramente, o melhor desempenho da cultivar UFV 10 em relação às demais, o que pode estar relacionado com a maior tolerância deste genótipo às condições de estresse hídrico (Fig. 3). Esta cultivar também apresentou os maiores valores de peso de matéria seca das plântulas (Fig. 4). Entretanto, o desempenho superior dessa cultivar foi demonstrado apenas na condição de déficit hídrico, uma vez que por ocasião das avaliações prelimina-

res, esta cultivar apresentou valores de comprimento de plântula inferiores aos das cultivares Doko RC e IAC 8 (Tabela 1). Desta forma, tornou-se possível proceder um "screening" ou seleção de genótipos mais tolerantes às condições ambientais adversas, por meio de uma técnica bastante simples, utilizando-se apenas papel-toalha embebido com soluções de PEG 6000.

Observa-se que o padrão de redução no comprimento de plântula foi bastante semelhante nas cultivares Doko RC, IAC 8 e Savana. Contudo, foram observadas diferenças significativas entre essas

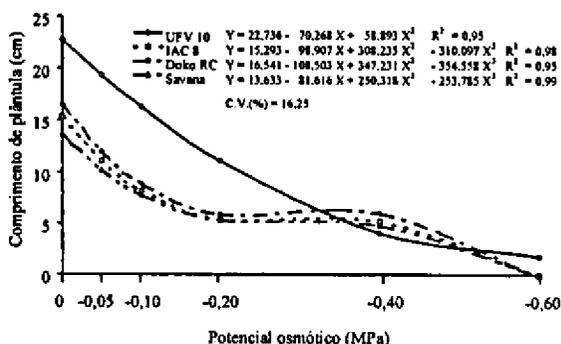


FIG. 3. Comprimento de plântula de quatro cultivares de soja, submetidas a seis níveis de potencial osmótico em soluções de polietileno-glicol 6000.

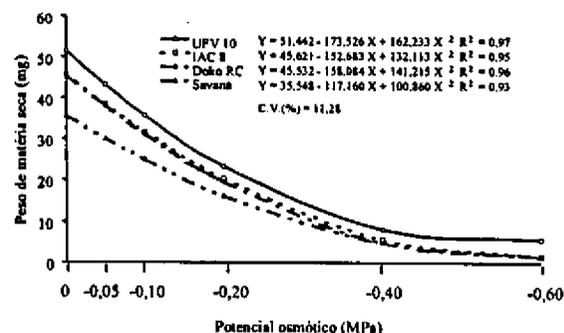


FIG. 4. Peso de matéria seca das plântulas de quatro cultivares de soja, submetidas a seis níveis de potencial osmótico em soluções de polietileno glicol 6000.

cultivares, sendo que a Savana foi a que apresentou decréscimos mais acentuados nessa característica.

Além de o estresse hídrico afetar a embebição, a velocidade e a porcentagem de germinação das sementes, o primeiro efeito mensurável da baixa disponibilidade de água é a redução no crescimento, causada pela diminuição da expansão celular (Kramer, 1974). O processo de alongamento celular e a síntese de parede são extremamente sensíveis ao déficit hídrico (Wenkert et al., 1978), e a redução do crescimento como consequência da diminuição do alongamento celular seria causada por um decréscimo na turgescência dessas células (Hsiao, 1973).

Os resultados do peso de matéria seca das plântulas de soja podem ser visualizados na Fig. 4. Observou-se comportamento bastante semelhante ao apresentado pelo comprimento de plântula (Fig. 3). Nota-se que o peso de matéria seca das plântulas das quatro cultivares de soja sofreu redução progressiva quando ocorreu decréscimo do potencial osmótico das soluções. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Sá (1987) e Santos et al. (1992).

Novamente, observa-se o desempenho superior da cultivar UFV 10 em relação às demais. As cultivares Doko RC e IAC 8 apresentaram comportamento intermediário, enquanto a cultivar Savana, com sementes de baixa qualidade (Tabela 1), foi a que apresentou os menores valores de peso de matéria seca das plântulas. Portanto, o desempenho das sementes de soja em condições de déficit hídrico vai estar na dependência da sua qualidade inicial.

Os maiores níveis de potencial osmótico permitiram melhor discriminação do desempenho das sementes, principalmente até o nível de potencial osmótico de $-0,2$ MPa. A partir deste ponto, apenas a cultivar UFV 10 mostrou peso de matéria seca superior. Não foi possível obter diferenças significativas entre as demais cultivares.

Nos níveis mais baixos de potencial osmótico ($-0,4$ e $-0,6$ MPa), o decréscimo na absorção de água pelas sementes proporcionou drástica redução no peso de matéria seca das plântulas de soja, quando comparados com a testemunha (nível 0), o que evidencia o efeito prejudicial do déficit hídrico sobre o desempenho germinativo e crescimento das plântulas dessa espécie. Segundo Sá (1987), a baixa disponibi-

lidade de água atua reduzindo a velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos e, desta forma, as plântulas de soja nessas condições de estresse apresentam menor desenvolvimento, resultando em menor comprimento de plântulas e menor acúmulo de matéria seca.

Com relação aos resultados obtidos neste experimento, foi possível observar que o padrão de redução, em todas as características avaliadas, foi bastante similar nas quatro cultivares de soja; as maiores diferenças entre os genótipos foram detectadas nos maiores níveis de potencial osmótico, até o limite de $-0,2$ MPa. A partir deste valor de potencial, apenas a cultivar UFV 10 apresentou diferenças significativas; não foi mais possível identificar mudanças de comportamento entre as demais cultivares, principalmente quanto ao comprimento e peso de matéria seca das plântulas (Figs. 3 e 4).

CONCLUSÕES

1. O decréscimo nos níveis de potencial osmótico provoca redução acentuada em todas as características avaliadas.

2. As cultivares de soja apresentam resposta diferenciada à condição de estresse hídrico imposta pelo PEG 6000.

3. O desempenho das sementes de soja sob estresse hídrico está na dependência de sua qualidade fisiológica inicial.

4. O vigor das sementes é mais afetado que a germinação quando estas são submetidas ao mesmo grau de déficit hídrico.

5. As cultivares UFV 10, Doko RC e IAC 8, de melhor qualidade de sementes, apresentam desempenho satisfatório até o nível de potencial osmótico de $-0,1$ MPa, enquanto na cultivar Savana, de pior qualidade fisiológica, tal desempenho se mostra no nível $-0,05$ MPa.

6. O nível de potencial osmótico de $-0,2$ MPa é o limite para a discriminação dos genótipos, em relação ao comprimento e peso de matéria seca das plântulas.

7. No nível de potencial osmótico de $-0,6$ MPa, a germinação e o vigor das sementes é praticamente insignificante.

REFERÊNCIAS

- ADEGBUYI, E.; COOPER, S.R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethylene glycol (PEG). *Seed Science and Technology*, Zürich, v.9, n.3, p.867-878, 1981.
- ALTUVE, S.M. Efeito do potencial hídrico na germinação de sementes de três gramíneas forrageiras de clima tropical. Viçosa: UFV, 1989. 56p. Tese de Mestrado.
- BANSAL, R.P.; BHATI, P.R.; SEN, D.N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. *Biologia Plantarum*, Praha, v.22, p.327-331, 1980.
- BARRUETO CID, L.P.; OLIVA, M.A.; CARDOSO, A.A. Efeito do potencial hídrico sobre a embebição, a respiração e a germinação da leguminosa *Cratylia floribunda*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.16, n.6, p.883-890, nov./dez. 1981.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CAMPOS, I.S.; ASSUNÇÃO, M.V. Estresse salino e hídrico na germinação e vigor do arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.6, p.857-862, jun. 1990.
- EVANS, W.F.; STICKLER, F.C. Grain sorghum seed germination under moisture and temperature stress. *Agronomy Journal*, Madison, v.53, p.369-372, 1961.
- GURMU, M.; NAYLOR, R.E.L. Effects of low water availability on germination of two sorghum cultivars. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.19, p.373-383, 1991.
- HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solutions. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v.27, n.98, p.480-489, 1976.
- HARDEGREE, S.P.; EMMERICH, W.E. Seed germination response to polyethylene glycol solution depth. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.22, n.1, p.1-7, 1994.
- HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A.; HANDA, S.; HANDA, A.K. Cellular mechanisms of tolerance to water stress. *HortScience*, Alexandria, v.19, n.3, p.371-377, 1984.
- HEATHERLY, L.G.; RUSSELL, W.J. Effect of soil water potential of two soils on soybean emergence. *Agronomy Journal*, Madison, v.71, p.980-982, 1979.
- HENNING, A.A. Testes de sanidade de sementes de soja. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. (Eds.). *Patologia de sementes*. Campinas: Fund. Cargill, 1987. p.441-453.
- HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.24, p.519-570, 1973.
- HUNTER, J.R.; ERICKSON, A.E. Relation of seed germination to soil moisture tension. *Agronomy Journal*, Madison, v.44, n.3, p.107-109, 1952.
- KRAMER, P.J. Fifty years of progress in water relations research. *Plant Physiology*, Lancaster, v.54, n.4, p.463-471, 1974.
- KRZYWANOWSKI, 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.
- MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. *The germination of seeds*. Oxford: Pergamon Press, 1989. 270p.
- MIAN, M.A.R.; NAFZIGER, E.D. Seed size and water potential effects on germination and seedling growth of winter wheat. *Crop Science*, Madison, v.34, p.169-171, 1994.
- MICHEL, B.E.; KAUFMANN, M.R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, Lancaster, v.51, n.6, p.914-916, 1973.
- 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.
- PIANA, Z. Influência do tamanho da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e nível de umidade do solo na germinação e vigor. Pelotas: UFPel, 1980. 95p. Tese de Mestrado.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- PRISCO, J.T.; O'LEARY, J.W. Osmotic and "toxic" effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. Turrialba, San José, Costa Rica, v.20, n.2, p.177-184, 1970.

- SÁ, M.E. Relações entre qualidade fisiológica, disponibilidade hídrica e desempenho de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba: ESALQ, 1987. 147p. Tese de Doutorado.
- SANTOS, V.L.M. Avaliação da germinação e do vigor de sementes de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), submetidas a estresses salino e osmótico. Viçosa, MG: UFV, 1994. 164p. Tese de Doutorado.
- SANTOS, V.L.M.; CALIL, A.C.; RUIZ, H.A.; ALVARENGA, E.M.; SANTOS, C.M. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.14, n.2, p.189-194, 1992.
- WENKERT, W.; LEMON, E.R.; SINCLAIR, T.R. Leaf elongation and turgor pressure in field grown soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v.70, n.5, p.761-764, 1978.