

INFLUÊNCIA DA HIDRATAÇÃO/DESIDRATAÇÃO DE SEMENTES DE ALGODÃO NA SUPERAÇÃO DOS EFEITOS DA SALINIDADE NA GERMINAÇÃO¹

LUIZ GONZAGA R. FERREIRA² e MARIA ALTAIR A. REBOUÇAS³

RESUMO - Neste estudo analisou-se a viabilidade das técnicas de hidratação/desidratação de sementes de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), BR-1, Deltapine Smooth Leaf e Texas, de superar os efeitos deletérios da salinidade durante a germinação. Antes da sementeira, um grupo de sementes das três cultivares de algodão não recebeu nenhum tratamento prévio (tratamento A₁). Um segundo grupo foi hidratado por seis horas e lentamente desidratado por quatorze horas (Tratamento A₂). Um terceiro grupo, além de hidratação por seis horas e desidratação por quatorze horas, foi também submetido a um processo controlado de reidratação por seis horas (tratamento A₃). Sementes de algodão divididas nestes três grupos foram semeadas em água destilada ou solução de NaCl de -0,8 MPa. Os tratamentos de hidratação/desidratação ou hidratação/desidratação/reidratação minoraram os efeitos deletérios da salinidade na germinação e no crescimento do sistema radicular das cultivares. Discute-se a importância da hidratação/desidratação de sementes de algodão na superação dos efeitos deletérios do NaCl pelo aumento da percentagem de germinação das sementes e estímulo ao desenvolvimento das raízes.

Termos para indexação: Cultivar, reidratação, raízes, *Gossypium hirsutum*

INFLUENCE OF HYDRATION/DEHYDRATION OF COTTON SEEDS ON OVERCOMING THE EFFECTS OF SALINITY ON GERMINATION

ABSTRACT - This study evaluated the viability of hydration/dehydration techniques to overcome the deleterious effects of salinity on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars BR-1, Deltapine Smooth Leaf and Texas during germination. Before sowing, one group of seeds of these three cotton cultivars received no previous treatment (treatment A₁). Another group was hydrated for six hours and slowly dehydrated for fourteen hours (treatment A₂). A third group, besides hydration/dehydration was subjected to six hours of controlled rehydration (treatment A₃). Seeds of cotton cultivars divided in these three treatments were sown in distilled water or NaCl solution of -0.8 MPa. Hydration/dehydration or hydration/dehydration/rehydration treatment reduced the deleterious effects of salinity on germination and root growth of cultivars. The significance of hydration/dehydration of seeds of cotton to overcome the deleterious effects of NaCl by increasing the percentage of seed germination and stimulating root development is discussed.

Index terms: cultivar, rehydration, roots, *Gossypium hirsutum*.

INTRODUÇÃO

O excesso de sais solúveis no solo por causa da presença dos sulfatos, bicarbonatos, boratos e em especial dos íons cloreto e sódio provoca

uma redução no potencial hídrico, assim como efeitos tóxicos sobre as plantas (Epstein 1972).

As sementes são especialmente vulneráveis aos efeitos da salinidade, observando-se inicialmente uma diminuição na absorção de água, modificando consequentemente o processo de embebição (Parmer & Moore 1968, Sarin & Narayanan 1968). Em seguida, são também afetados os processos de divisão e alongamento celular, assim como a mobilização das reservas indispensáveis para a ocorrência do processo de germinação (Mayer & Poljakoff-Mayber 1966).

¹ Aceito para publicação em 24 de setembro de 1991.

² Eng.-Agr., Ph.D., Prof., Dep. de Engen. Agric., Centro de Ciências Agrárias da Univ. Fed. do Ceará, Caixa Postal 12168, CEP 60355, Fortaleza, CE.

³ Enga.-Agra., M.Sc., Profa., Centro de Ciências da Univ. Fed. do Ceará, Caixa Postal 1065, CEP 60001, Fortaleza, CE.

A exposição das sementes ao excesso de sais pode induzir também a manifestação de efeitos tóxicos cuja magnitude depende do grau de tolerância e/ou resistência à salinidade.

Tendo em vista que o excesso de sais acarreta uma diminuição no potencial hídrico do solo, fazendo com que as sementes absorvam menos água, muitos estudos têm sido feitos para desenvolver técnicas capazes de sobrepujar estes efeitos induzidos pela salinidade. Pesquisadores soviéticos observaram que sementes submetidas a um ou mais ciclos de hidratação/desidratação aumentavam o rendimento das culturas, principalmente em condições desfavoráveis ao seu desenvolvimento, como é a salinidade e o déficit hídrico (May et al. 1962). Muitos outros estudos envolvendo técnicas de hidratação/desidratação foram também efetuados no sentido de contornar problemas na germinação de sementes em condições desfavoráveis de regime hídrico (Berrie & Drennan 1971).

A influência nociva dos sais se manifesta com maior evidência na germinação, causando posteriormente redução considerável no rendimento das culturas, segundo Mayer & Poljakoff-Mayber (1963). Em virtude disto, é de grande importância o estudo de técnicas capazes de sobrepujar os efeitos inibitórios da salinidade na germinação de sementes e vigor de plântulas. Com base no que foi apresentado, o presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos das técnicas de hidratação/desidratação como meio de superar os efeitos deletérios do NaCl na germinação e vigor de plântulas de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

Nesse trabalho foram utilizadas sementes deslindadas de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.v. *latifolium* Hutch), das cultivares BR-1, Deltapine Smooth Leaf e Texas, que foram provenientes da CNPA-EMBRAPA (colheita 1985) e desinfectadas através de submersão por dez minutos em solução de hipoclorito de sódio contendo 5,2% de cloro ativo; foram excluídas as que se apresentavam com tegumento enegrecido ou quebrado e flutuavam na referida solução. Após este tratamento, as sementes foram lava-

das com água destilada para retirar o excesso de cloro residual.

Para determinação das curvas de embebição das sementes de três cultivares foram feitas quatro repetições de 5 g cada.

As sementes foram postas a absorver água entre duas camadas de algodão previamente embebidas com água destilada e dispostas em placas-de-petri com 10 cm de diâmetro, em condições de laboratório, a uma temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, na obscuridade e com a umidade relativa permanecendo próxima à saturação, por períodos de absorção de água de duas, quatro, seis, oito, dez, doze e vinte e quatro horas. Ao final de cada período, as sementes foram pesadas (peso fresco), e logo após, colocadas em estufa a 80°C por 24 horas para determinação do peso seco. A percentagem de água absorvida pelas sementes foi determinada pela fórmula: $\% \text{H}_2\text{O absorvida} = [(PF - PS)/PS] \times 100$, onde PF é o peso fresco e PS é o peso seco das sementes.

Três lotes de 25 sementes de cada cultivar foram postos para absorver água durante o período de seis horas, nas condições citadas anteriormente. Decorrido este período, as sementes foram pesadas e postas em caixas de arame de 2,5 x 2,5 x 5 cm e colocadas em um dessecador com 30 cm de diâmetro e 30 cm de altura, contendo sílica gel. Estabeleceu-se um vácuo de aproximadamente 0,05 MPa no interior do dessecador, para eliminar, em menos tempo, a água absorvida pelas sementes durante a hidratação (Hanson 1973). As sementes permaneceram nestas condições por duas, quatro, seis e quatorze horas, observando-se que as mesmas recuperavam o peso inicial após quatorze horas de secagem.

Depois de sofrerem hidratação/desidratação, lotes de 25 sementes de três cultivares foram novamente reidratados por um período de seis horas, nas mesmas condições de hidratação citadas anteriormente. Em seguida, as sementes foram divididas em três tratamentos, e, posteriormente, semeadas em água destilada e/ou solução de cloreto de sódio de -0.8 MPa, conforme descrição abaixo:

Tratamento A₁ - sementes sem tratamento prévio e semeadas em água destilada ou solução de NaCl de -0,8 MPa;

Tratamento A₂ - sementes hidratadas com água destilada, desidratadas e semeada em água destilada ou solução de NaCl de -0,8 MPa;

Tratamento A₃ - sementes hidratadas, desidratadas e reidratadas com água destilada e semeadas em água destilada ou solução de NaCl de -0,8 MPa.

A solução salina foi preparada de acordo com método descrito por Riley (1968), que correlaciona a concentração de NaCl (g/l) com o potencial osmótico em determinada temperatura, desprezando-se o teor residual de água nas sementes.

No presente estudo foram usadas folhas de papel de filtro de 30 x 30 cm esterilizadas em autoclave a 120°C por 20 minutos. As folhas de papel foram umedecidas com água destilada ou solução salina, sendo que uma delas funcionou como cobertura protetora, e a outra, como suporte das sementes. A uma distância de aproximadamente 2,5 cm de borda superior do papel foi disposta uma única fileira de dez sementes. Após a cobertura das sementes, o conjunto era enrolado e disposto verticalmente em recipientes de plástico contendo 20 ml da solução usada para umedecer o papel. Os depósitos contendo tubos foram colocados em cubas de vidro de 24 x 24 x 42 cm. Nos ensaios de germinação e vigor foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes (cinco tubos de dez sementes), as quais foram mantidas em condições de laboratório a 25 ± 1°C, na obscuridade e com a umidade relativa permanecendo próximo à saturação. As sementes foram consideradas germinadas quando no sétimo dia apresentavam, no mínimo, radícula com 2 cm de comprimento e parte aérea com 3 cm, além de se mostrarem normais. Após a contagem da germinação, as mesmas plântulas foram utilizadas para a determinação do vigor, através das medições dos comprimentos da radícula e da parte aérea.

O esquema experimental para percentagem de germinação, comprimento médio da radícula e comprimento médio da parte aérea obedeceu ao delineamento fatorial com três fatores (tratamentos, meio de cultivo e cultivar). A análise estatística dos resultados foi feita pelos métodos convencionais segundo teste F, e os contrastes formulados foram comparados pelo teste de Duncan, adotando-se o nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade (Snedecor 1956).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A absorção de água pelas sementes de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. *Latifolium* Hutch) se desenvolveu em três fases distintas (Fig. 1). A fase I, com uma rápida absorção de água, verificou-se durante as seis pri-

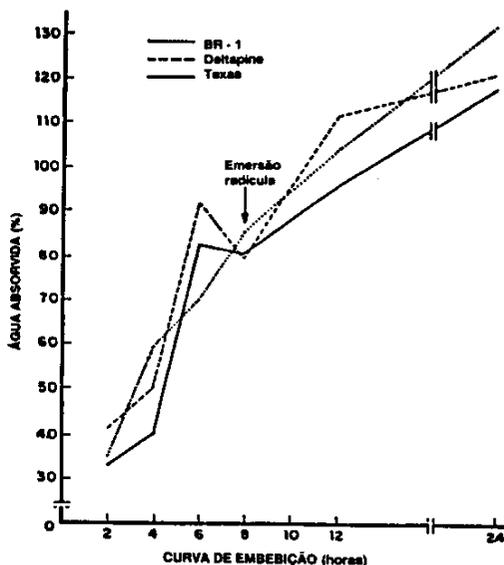


Fig. 1. Curvas de embebição de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) das cultivares BR-1, Deltapine smooth leaf e Texas.

meiras horas, enquanto que a fase II, caracterizada por um curto período de estabilização na absorção, ocorreu entre seis e oito horas de embebição, sendo que ao final deste período já se observou emergência radicular, em cerca de 30% de sementes. Estas duas fases foram bem distintas com relação às cultivares Texas e Deltapine smooth leaf, sendo que a cultivar BR-1 demonstrou uma absorção continuamente crescente. A fase III teve início a partir de oito horas do início da embebição, observando-se um aumento gradativo na absorção de água e na percentagem de emergência da radícula, em todas as cultivares, à proporção que transcorria o tempo. O período adequado de hidratação das sementes foi considerado como sendo de seis horas, em virtude de uma tendência de estabilização na absorção de água e de não ter sido iniciada a emergência radicular.

Submetidas as sementes ao período adequado de embebição, observou-se que elas recuperavam o peso original depois de quatorze horas de desidratação, nas condições descritas em Material e Métodos. Dados semelhantes foram en-

contrados em sementes de sorgo por Bezerra (1980).

Sementes das três cultivares sem tratamento prévio (A₁), quando semeadas em solução de NaCl com -0,8 MPa, apresentaram percentagens médias de germinação significativamente inferiores às observadas nos controles (Tabela 1). Em relação ao controle (água destilada), a cultivar BR-1 sofreu uma redução na percentagem média de germinação de cerca de 30,3%, a Deltapine de cerca de 29%, e a Texas se mostrou como a mais vulnerável, com redução de cerca de 56,3% (Tabela 1). Sementes das três cultivares que foram hidratadas/desidratadas (A₂), quando semeadas em substrato salino (-0,8 MPa de NaCl) também apresentaram reduções significativas ao nível de 5% na percentagem de germinação em relação às semeadas em água destilada. Entretanto, no tratamento A₁ essa diminuição variou de cerca de 29,0 a 56,3% enquanto que no tratamento A₂, a redução na percentagem de germinação em relação ao controle variou de cerca de 13,8 a 17,1%.

Quando hidratadas, desidratadas e reidratadas (A₃), e semeadas em substrato salino (-0,8

MPa de NaCl), as três cultivares sofreram relativamente menores reduções nas percentagens de germinação quando comparadas com as observadas nos tratamentos A₁ e A₂. Mesmo assim, somente a percentagem de germinação da cultivar Deltapine não diferiu significativamente em relação ao controle quando semeadas em substrato salino (Tabela 1). No tratamento A₃, a cultivar mais afetada pelos sais (BR-1) teve uma redução na percentagem de germinação de apenas 11,8%.

No tratamento A₁ não houve diferenças significativas nas percentagens de germinação entre as cultivares, no controle. No entanto, nos tratamentos A₂ e A₃, nos controles, as cultivares diferiram entre si com os maiores valores de germinação, sendo sempre observados na cultivar BR-1. Nos tratamentos A₁ e A₂, quando germinadas em solução de NaCl, as sementes da cultivar BR-1 também apresentaram os maiores valores de germinação. No entanto, no tratamento A₃, quando cultivadas em substrato salino, não houve diferenças significativas entre as três cultivares. Para a mesma cultivar e substrato (controle), não houve diferenças significativas em termos de germinação de sementes entre

TABELA 1 - Percentagem média de germinação de sementes de algodão observadas sob os tratamentos A₁ (sem tratamento prévio), A₂ (hidratadas com água destilada e desidratadas), A₃ (hidratadas, desidratadas e reidratadas com água destilada).

Tratamentos substrato	A ₁		A ₂		A ₃	
	Controle (água destilada)	-0,8MPa de NaCl	Controle (água destilada)	-0,8MPa de NaCl	Controle (água destilada)	-0,8MPa de NaCl
Cultivares						
BR-1	82,5* Aa	57,5* Ab	87,5* Aa	72,5* Aa	85,0* Aa	75,0* Aa
Deltapine	77,5* Aa	55,0* Ac	72,5* Ba	62,5* Bb	72,5 Ba	72,5* Aa
smoot leaf						
Texas	80,0* Aab	35,0* Bc	75,0* Bb	62,5* Bb	82,5* Aa	75,0* Aa
Média de trat.	64,5		72,0		74,0	

CV = 5,29%

Diferenças significativas ao nível de 5% (Teste de Duncan).

Apresentam diferenças significativas em relação ao substrato, para a mesma cultivar e tratamento, as médias seguidas por *, as seguidas por diferentes letras maiúsculas entre cultivares para mesmo tratamento e substrato, e as seguidas por diferentes letras minúsculas entre tratamentos para a mesma cultivar e substrato.

tratamentos. Quando germinadas em substrato salino, considerando-se a mesma cultivar, os maiores valores de germinação foram obtidos no tratamento A₃, e os menores, no tratamento A₁ (Deltapine e Texas).

Quanto ao vigor, para as sementes submetidas ao tratamento A₁, o nível de salinidade empregado neste estudo não teve nenhum efeito significativo sobre o crescimento médio das radículas em relação ao controle nas cultivares BR-1 e Deltapine, e provocou um acréscimo significativo ao nível de 5% no comprimento médio da radícula da cultivar Texas (Tabela 2). Com relação às plântulas provenientes de sementes submetidas ao tratamento A₂, houve um decréscimo significativo na cultivar BR-1. No entanto, para as demais cultivares submetidas a esse mesmo tratamento houve um acréscimo significativo no comprimento médio das radículas (Tabela 2). Com relação ao tratamento A₃, não houve diferença significativa para comprimento das radículas de plântulas desenvolvidas em água destilada ou substrato salino, para as cultivares Deltapine e Texas. No entanto, para a cultivar BR-1, a solução de -0,8 MPa de NaCl induziu um aumento significativo no

comprimento das radículas. Nos tratamentos A₁ e A₂ (controle), houve diferenças significativas entre as cultivares, com os menores valores sendo obtidos na cultivar Texas. No controle, tratamento A₃, os comprimentos médios das radículas foram significativamente maiores das cultivares Deltapine e Texas em relação à BR-1. Nas plântulas provenientes de sementes do tratamento A₁ e germinadas em solução salina, a cultivar BR-1 apresentou significativamente o menor comprimento da radícula em relação às demais. Para a mesma situação, mas com relação ao tratamento A₂, todas as cultivares diferiram significativamente, com menor valor ainda observado na BR-1. No entanto, para o tratamento A₃, a salinidade não induziu diferenças significativas para o comprimento médio das radículas entre cultivares. Para a mesma cultivar e substrato (controle), os menores valores significativos de comprimento médio das radículas foram sempre obtidos naquelas que foram submetidas ao tratamento A₁. Quando germinadas em substrato salino, considerando-se a mesma cultivar, os maiores valores significativos de comprimento das radículas foi sempre observado naquelas que foram submetidas ao

TABELA 2 - Comprimento médio da radícula (cm) de plântulas de algodão observadas sob os tratamentos A₁ (sem tratamento prévio), A₂(hidratadas com água destilada e desidratadas), A₃ (hidratadas, desidratadas e reidratadas com água destilada).

Tratamentos substrato	A ₁		A ₂		A ₃	
	Controle (água destilada)	-0,8MPa de NaCl	Controle (água destilada)	-0,8MPa de NaCl	Controle (água destilada)	-0,8MPa de NaCl
Cultivares						
BR-1	5,8 Bc	5,9 Bc	14,1* Aa	12,0* Ca	10,2* Bb	12,2* Aa
Deltapine	7,8 Ab	6,9 Ac	12,7* Ba	15,4* Aa	12,7 Aa	12,8* Ab
smoot leaf						
Texas	4,1* Cc	6,9* Ac	11,7* Cb	13,8* Ba	12,4 Aa	12,4* Ab
Média de trat.	6,2		13,3		12,1	

CV = 4,33%

Diferenças significativas ao nível de 5% (Teste de Duncan).

Apresentam diferenças significativas em relação aos substratos, para a mesma cultivar e tratamento, as médias seguidas por *, as seguidas por diferentes letras maiúsculas entre cultivares para mesmo tratamento e substrato, e as seguidas por diferentes letras minúsculas entre tratamentos para a mesma cultivar e substrato.

tratamento A₂ para as três cultivares. Somente a BR-1 não diferiu significativamente entre os tratamentos A₂ e A₃. Os menores valores de comprimento de radícula foram observados no tratamento A₁.

Com relação ao comprimento do caule no tratamento A₁, as plântulas apresentaram reduções significativas nas cultivares Deltapine e BR-1 quando germinadas em substrato salino em relação ao controle (Tabela 3). No entanto, para a cultivar Texas neste mesmo tratamento e condições de germinação não houve diferença significativa. Para as Plântulas provenientes de sementes submetidas aos tratamentos A₂ e A₃, a solução salina induziu significativamente reduções no crescimento da parte aérea para todas as cultivares em relação ao controle (Tabela 3). No controle, em todos os tratamentos houve diferenças significativas entre as cultivares sem que fosse observada a predominância de uma em relação às demais. Quando germinadas em solução salina, também foram observadas diferenças significativas nos comprimentos médios do caule sendo a cultivar Texas significativamente maior do que as demais em A₁ e A₃, igual à Deltapine e superior à BR-1 em A₂. Para a

mesma cultivar e substrato (controle), a cultivar BR-1 apresentou significativamente o maior comprimento de caule em A₂, e o menor, em A₁. Por outro lado, a Deltapine teve significativamente o menor comprimento de caule em A₁ e o maior em A₃. Finalmente, a Texas, nos tratamentos A₂ e A₃, apresentou valores de comprimento de caule significativamente maiores do que os observados em A₁. Quando germinadas em substrato salino, os maiores valores significativos de comprimento do caule, para as cultivares BR-1 e Deltapine foram sempre obtidos no tratamento A₂, e os menores, em A₁ e A₃. Na cultivar Texas só houve diferenças significativas no comprimento do caule entre A₁ e A₂, no substrato salino.

A absorção de água pelas sementes das cultivares de algodão estudadas se processou em três fases distintas. Inicialmente, dado o baixo potencial hídrico das sementes, houve um fluxo muito intenso de água, provocando a hidratação dos tecidos (fase I). Em seguida, ocorreu uma estabilização no processo de embebição (fase II), quando se processaram profundas alterações metabólicas que induziram a emersão e crescimento da radícula (fase III). As enzimas

TABELA 3 - Comprimento médio do caule (cm) de plântulas de algodão observadas sob os tratamentos A₁ (sem tratamento prévio), A₂ (hidratadas com água destilada e desidratadas), A₃ (hidratadas, desidratadas e reidratadas com água destilada).

Tratamentos substrato	A ₁		A ₂		A ₃	
	Controle (água destilada)	-0,8MPa de NaCl	Controle (água destilada)	-0,8MPa de NaCl	Controle (água destilada)	-0,8MPa de NaCl
Cultivares						
BR-1	6,6* Ab	3,8* Bb	13,7* Aa	5,5* Ba	11,0* Bc	4,5* Bb
Deltapine	7,4* Ac	3,6* Bb	11,1* Bb	6,5* Aa	12,0* Aa	3,8* Bb
smoot leaf						
Texas	4,7 Bb	5,0 Ab	11,2* Ba	6,2* ABA	11,6* ABA	5,5* Aab
Média de trat.	5,2		9,0		8,1	

CV = 7,86%

Diferenças significativas ao nível de 5% (Teste de Duncan).

Apresentam diferenças significativas em relação ao substrato, para a mesma cultivar e tratamento, as médias seguidas por *, as seguidas por diferentes letras maiúsculas entre cultivares para mesmo tratamento e substrato, e as seguidas por diferentes letras minúsculas entre tratamentos para a mesma cultivar e substrato.

formadas, indispensáveis aos processos de divisão, alongamento celular e mobilização de reservas, foram, em nosso experimento, desidratadas lentamente, não sofrendo desnaturação. Por conseguinte, quando se verificou a embebição, mesmo em condições desfavoráveis criadas pela salinidade, as enzimas já formadas foram provavelmente reativadas, permitindo a ocorrência de altas taxas de germinação, como mostra a Tabela 1.

Os dados obtidos com relação ao vigor das plântulas das cultivares de algodão estudadas mostraram que a parte aérea é muito mais vulnerável aos efeitos deletérios do NaCl, do que as radículas (Tabela 3). Provavelmente, os íons Na^+ e Cl^- absorvidos pelas radículas foram translocados para a parte aérea e acumulados no citoplasma das células do mesófilo, afetando a ação das enzimas diretamente ligadas aos processos de crescimento. Entretanto, os tratamentos das sementes (A_2 e A_3) induziram maiores taxas de crescimento médio das radículas tanto quando germinadas em água destilada como quando germinadas em substrato salino em relação ao tratamento A_1 (Tabela 2). As radículas, apesar do contato direto com a solução de -0,8MPa de NaCl, nos tratamentos A_2 e A_3 foram capazes de superar os efeitos osmóticos e tóxicos deste sal, possivelmente pelo acúmulo de íons em suas células, com exceção da cultivar BR-1 no tratamento A_2 . Considerando-se que as raízes desenvolvem papel significativo na instalação de uma cultura, em especial em condições ambientais adversas, estas técnicas se mostraram promissoras para emprego em situações práticas. Antes, contudo, deverão ser testadas em condições naturais de campo.

CONCLUSÕES

1. As técnicas de hidratação/desidratação (tratamentos A_2 e A_3) se mostraram eficientes em diminuir significativamente os efeitos deletérios do NaCl sobre a percentagem de germinação das sementes e vigor das plântulas das três cultivares de algodão estudadas.

2. As técnicas de hidratação/desidratação das sementes se mostraram também favoráveis a um maior desenvolvimento das radículas e

parte aérea de plântulas desenvolvidas em controle (água destilada) ou substrato sem problemas de salinidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- BERRIE, A. M. M.; DRENNAN, D. S. H. The effect of hydration - dehydration on seed germination. *New Phytologist*, v.70, p.135-142, 1971.
- BEZERRA, F. C. Influência dos ciclos de hidratação/desidratação na germinação e vigor de *Sorghum bicolor* (L) Moench semeado em substrato salino. Fortaleza, Ce: Universidade Federal do Ceará, 1980. 44p. Dissertação de Mestrado.
- EPSTEIN, E. *Mineral Nutrition: principles and perspectives*. New York: John Wiley & Sons, 1972. 412p.
- HANSON, A. D. The effects of imbibition drying treatments on wheat seeds. *New Phytologist*, v.72, p.1063-1073, 1973.
- MAY, L. H.; MILTHORPE, E. J.; MILTHORPE, F. L. Presowing "hardening of plants and drought". *Field Crop Abstracts*, v.15, p.193-198, 1962.
- MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. *The germination of seeds*. New York: Pergamon Press, 1963. 236p.
- MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. *The germination of seeds*. Jerusalém: Botany Department Hebrew University, 1966. p.31-49.
- PARMER, M. T.; MOORE, R. P. Carbowax 6000; manitol and sodium chloride for simulating drought conditions in germination studies of corn (*Zea mays* L.) of strong and Weak vigor. *Agronomy Journal*, v.60, 192-195p, 1968.
- RILEY, J. J. *Physiological response of plants to salinity*. Tucson: University of Arizona, 1968. 134p. Tese Ph.D.
- SARIN, M. N.; NARAYANAN, A. Effects of soil salinity and growth regulators on germination and metabolism of wheat. *Physiologia Plantarum*, v.21, p.1201-1209, 1968.
- SNEDECOR, G. W. *Statistical methods*. Ames, Iowa: Iowa State College Press, 1956. 534p.