

**Potencial Hídrico Induzido por  
Polietilenoglicol-6000 no Vigor de  
Sementes de Algodoeiro**







Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1676-6709  
Agosto/2007

# **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 22**

## **Potencial Hídrico Induzido por Polietilenoglicol-6000 no Vigor de Sementes de Algodoeiro**

Carlos Henrique Salvino Gadelha Meneses  
Leonardo Henrique Guedes de Moris Lima  
Marleide Magalhães de Andrade Lima  
Walter Esfrain Pereira  
Pedro Dantas Fernandes  
Riselane de Lucena Alcântara Bruno  
Marcia Soares Vidal

*Seropédica – RJ*  
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridas na:

**Embrapa Agrobiologia**

BR 465 – km 7

Caixa Postal 74505

23851-970 – Seropédica/RJ, Brasil

Telefone: (0xx21) 2682-1500

Fax: (0xx21) 2682-1230

Home page: [www.cnpab.embrapa.br](http://www.cnpab.embrapa.br)

e-mail: [sac@cnpab.embrapa.br](mailto:sac@cnpab.embrapa.br)

Comitê Local de Publicações: Eduardo F. C. Campello (Presidente)  
José Guilherme Marinho Guerra  
Maria Cristina Prata Neves  
Verônica Massena Reis  
Robert Michael Boddey  
Maria Elizabeth Fernandes Correia  
Dorimar dos Santos Felix (Bibliotecária)

Expediente:

Revisores e/ou ad hoc: Orivaldo José Saggin Júnior e Marcelo Grandi Teixeira

Normalização Bibliográfica: Dorimar dos Santos Felix

Editoração eletrônica: Marta Maria Gonçalves Bahia

1ª impressão (2007): 50 exemplares

M543p Meneses, Carlos Henrique Salvino Gadelha

Potencial hídrico induzido por polietilenoglicol-6000 no vigor de sementes de algodoeiro / Leonardo H. G. de M. Lima, Marleide M. de A. L., Walter E. Pereira, Pedro D. Fernandes, Riselane de L. A. Bruno, Marcia S. Vidal. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 17 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agrobiologia, ISSN 1676-6709 ; 22).

1. Algodão. 2. Potencial hídrico. 3. Semente. I. Lima, L. H. G. de M., colab. II. Lima, M. M. de A., colab. III. Pereira, W. E., colab. IV. Fernandes, P. D., colab. V. Bruno, R. de L. A., colab. VI. Vidal, M. S., colab. VII. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Seropédica, RJ). VIII. Título. IX. Série.

CDD 583.685

© Embrapa 2007

## **Autores**

### **Carlos Henrique Salvino Gadelha Meneses**

Doutorando Universidade Federal do Rio de Janeiro - Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Biotecnologia Vegetal. Av. Brigadeiro Trompowsky, s/n, Cidade Universitária, Ilha do Fundão Cep: 21.949-900 Rio de Janeiro, RJ Brasil. E-mail: carlos.meneses@ufrj.br

### **Leonardo Henrique Guedes de Moris Lima**

Mestre em genética e biologia Molecular - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) - Centro de Biociências. Campus Universitário, s/n - Lagoa Nova Cep: 59072-970, Natal, RN, Brasil.  
E-mail: leohglm@gmail.com

### **Marleide Magalhães de Andrade Lima**

Pesquisadora da Embrapa Algodão – Laboratório de Biotecnologia  
Rua Osvaldo Cruz, 1143 – Centenário, Cep: 58107-720, Campina Grande, PB, Brasil. E- mail: marleide@cnpa.embrapa.br

### **Walter Esfrain Pereira**

Professor titular da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) - Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia – Campus II. Cep: 58397-000, Areia, PB, Brasil. E-mail: wep@cca.ufpb.br

### **Pedro Dantas Fernandes**

Professor titular da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) - Departamento de Engenharia Agrícola - Campus I. Cep: 58109-970, Campina Grande, PB, Brasil.

### **Riselane de Lucena Alcântara Bruno**

Professora titular da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) - Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia. Campus II. Cep: 58397-000, Areia, PB, Brasil. E-mail: lane@cca.ufpb.br

### **Marcia Soares Vidal**

Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia - Laboratório de Genética e Bioquímica, Rodovia BR 465, km 7, Cep: 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil. E-mail marcia@cnpab.embrapa.br



# SUMÁRIO

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução .....	7
Materiais e Métodos .....	8
Resultados e Discussão .....	10
Conclusões .....	15
Referências Bibliográficas .....	16



# Potencial Hídrico Induzido por Polietilenoglicol-6000 no Vigor de Sementes de Algodoeiro

---

*Carlos Henrique Salvino Gadelha Meneses*

*Leonardo Henrique Guedes de Moris Lima*

*Marleide Magalhães de Andrade Lima*

*Walter Esfrain Pereira*

*Pedro Dantas Fernandes*

*Riselane de Lucena Alcântara Bruno*

*Marcia Soares Vidal*

## Resumo

---

A hidratação é o fator externo mais importante na germinação de sementes. Para simular as condições complexas do solo, soluções com diferentes potenciais hídricos têm sido usadas para umedecer os substratos de germinação. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do estresse hídrico sobre o vigor de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Os experimentos foram conduzidos em laboratório, sendo os potenciais simulados por polietileno glicol-6000 (0.0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 e -1.0 Mpa); foi utilizado papel germitest, em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 4 x 6 (genótipos x potenciais), com 4 repetições, cada uma contendo 20 sementes. As variáveis observadas durante o estudo foram, comprimento de radícula e hipocótilo e matéria seca de radícula. O efeito do estresse hídrico sobre o vigor das plântulas foi severo a partir de -0,4 MPa. O genótipo CNPA 187 8H foi o menos sensível aos níveis de potencial hídrico, enquanto que os genótipo BRS RUBI e BRS SAFIRA podem ser classificados como medianamente sensíveis. O genótipo BRS 201 foi o mais afetado nos testes de vigor, mostrando-se mais sensível ao estresse hídrico. Em condições de estresse hídrico, as radículas tendem a se alongar mais que a parte aérea, na fase de germinação. Dentre os genótipos de algodoeiro herbáceo utilizados neste estudo, CNPA 187 8H é de maior potencial para plantio em áreas sujeitas a estresse hídrico.

Termos para indexação: *Gossypium hirsutum* L., crescimento de plântula, estresse hídrico.

# Cotton Seed Performance in Strength Under Different Osmotic Potentials

---

## Abstract

---

Hydration is the most important external factor for seed germination. To simulate the complex soil conditions solutions with different osmotic potentials have been used to soak substrata. The objective of this paper was to evaluate the effects of water stress to strength of cotton seeds (*Gossypium hirsutum* L.). The experiments had been lead in laboratory, the potentials are simulated for polyethyleneglycol-6000 (0.0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 and -1.0 MPa); germitest paper was used, in completely randomized design, factorial project 4 x 6, with 4 repetitions, each one with 20 seeds. The variables observed during the study had been: length of seedling and hypocotyls and dry substance of radicle. The effect of water stress on the seedling strength was severe from -0.4 MPa. The genotype CNPA 187 8H was less sensible to the levels of hidric potential, while that genotype BRS RUBI and BRS SAFIRA can be classified as part sensible. Genotype BRS 201 was the most affected in the strength, revealing more sensible to water stress. In conditions of it water stress, radicle tend to grow more than the aerial part, in germination phase. Among the cotton genotypes used in this study, CNPA 187 8H has the best potential to be used as a crop in drought stress affected areas.

**Index terms:** *Gossypium hirsutum* L., seedling growth, water stress.

## Introdução

---

A germinação das sementes é o primeiro estágio de desenvolvimento das plantas e as condições ambientais durante essa fase podem afetar o estabelecimento das comunidades vegetais. Dentre essas condições, muitas estão relacionadas com disponibilidade hídrica nas quais as sementes são dispersas.

Um dos principais problemas enfrentados na produção do algodão (*Gossypium hirsutum* var. *latifolium*) refere-se à não obtenção de um estabelecimento adequado de plantas no campo. Um baixo *stand* de plantas pode ser causado por diversos fatores, dentre eles, o uso de sementes de baixa qualidade e condições ambientais adversas durante a germinação. Disponibilidade insuficiente de água no solo é considerada uma das causas mais comuns da baixa germinação de sementes de algodoeiro, em várias regiões, uma vez que as estiagens podem ser freqüentes na época do plantio.

Para que uma semente germine é necessário que esta esteja em um elevado grau de hidratação ou que o meio forneça água suficiente, permitindo a ativação das reações químicas e, com isto, a retomada do processo de desenvolvimento do embrião (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Quando a semente não está suficientemente hidratada, status hídrico da semente ainda não atingiu um nível suficiente para o processo germinativo, a germinação começa com a embebição. No início da embebição, a entrada de água na semente é regulada pela diferença entre o potencial hídrico desta e o meio. Com a entrada de água nas células, há aumento na pressão hidrostática que conduz a expansão celular, fundamental para a germinação.

A velocidade de embebição na fase I, fase da germinação onde se processa com a absorção de água pela semente mediante embebição, pode ser reduzida pela manipulação do potencial hídrico do meio, pelo uso de alguns agentes químicos, como: polietilenoglicol-6000 (PEG-6000), manitol, NaCl, entre outros. Diminuindo-se o potencial hídrico da solução de embebição pode-se controlar a hidratação das sementes.

Uma das soluções mais utilizadas para estudos de restrição hídrica em sementes é o polietilenoglicol (PEG), que é um agente osmótico, quimicamente inerte, atóxico para as sementes, que simula a seca e

não penetra no tegumento devido ao grande tamanho de suas moléculas (VILLELA et al., 1991).

O nível de vigor das sementes influi decisivamente sobre o processo de germinação, quer retardando-o, provocando o aparecimento de plântulas anormais, quer impedindo a germinação. HEYDECKER (1972) afirma que, o vigor está condicionado a uma ampla limitação das condições ambientais, incluindo situações de estresse.

As relações hídricas podem fornecer subsídios para explicar o comportamento fisiológico das sementes e são muito importantes que sejam investigados os padrões e relações entre os genótipos e o potencial hídrico em sementes de diferentes espécies, pois os diferentes níveis de restrição hídrica podem afetar os tecidos significativamente. Estes tipos de experimento, sob condições de restrição hídrica, têm ajudado a identificar cultivares mais resistentes a este tipo de condição adversa.

Entretanto, estudos visando relacionar o efeito do potencial hídrico com a germinação e vigor de sementes de algodoeiro, particularmente utilizando PEG-6000, são ainda bastante escassos. É objetivo deste trabalho, avaliar o efeito do estresse hídrico, induzido por PEG-6000, na qualidade fisiológica das sementes de quatro cultivares de algodoeiro.

## **Materiais e Métodos**

---

O trabalho foi conduzido em Janeiro de 2006, no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias - CCA da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Campus II, Areia, PB. Foram utilizadas sementes de quatro genótipos de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* var. *latifolium*), BRS RUBI, BRS SAFIRA, BRS 201 e CNPA 187 8H, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma do programa de melhoramento da Embrapa Algodão. As sementes com teor de umidade de 11% foram mantidas em embalagens de polietileno transparente, folha dupla, à temperatura de 5°C.

Para o deslincamento químico das sementes, utilizou-se ácido sulfúrico concentrado na proporção, em peso, de uma parte de ácido para quatro partes de sementes, que foram ininterruptamente misturadas

com uma espátula em um recipiente, até a remoção total do líter (CHITARRA et al., 2002). Para redução de agentes contaminantes, após deslindadas, as sementes receberam um tratamento químico com o fungicida (n-[(triclórometil)tio]-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida), CAPTAN 500 P.M.

Para avaliação da influência do potencial hídrico na qualidade fisiológica das sementes, o substrato papel Germitest utilizado nos testes de germinação foi embebido com soluções de polietilenoglicol (PEG 6000). O nível 0,0 MPa de potencial hídrico correspondeu à testemunha (controle), o qual continha apenas água desmineralizada com 0,02% de CAPTAN 500 PM. Para a determinação dos potenciais -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 MPa, adicionou-se PEG-6000 de acordo com a equação MICHEL & KAUFMANN (1973), descrita posteriormente (Tabela 01). Para a montagem do substrato adicionou-se uma quantidade de água e/ou solução osmótica, equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco.

Os cálculos da quantidade de PEG 6000 a ser adicionada para se obter cada tensão de água (Tabela 1) foi utilizada a equação proposta por MICHEL & KAUFMANN (1973), ou seja:  $\psi_w = - (1,18 \times 10^{-2}) C - (1,18 \times 10^{-4}) C^2 + (2,67 \times 10^{-4}) CT + (8,39 \times 10^{-7}) C^2T$ , onde:  $\psi_w$  = potencial hídrico (bar); C = concentração (gramas de PEG 6000/litro de água); T = temperatura (°C).

Tabela 1. Concentração de polietilenoglicol (PEG 6000) utilizada para obter os diferentes níveis de potencial hídrico, à temperatura de 25°C

Potencial hídrico (MPa)	Concentração (g PEG 6000/L H <sub>2</sub> O)
0,00	0,000
-0,20	119,57
-0,40	178,34
-0,60	223,66
-0,80	261,95
-1,00	295,71

As avaliações foram realizadas por testes de vigor: comprimento da radícula, comprimento do hipocótilo e matéria seca do eixo embrionário.

Para avaliação do comprimento da plântula foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes (VIEIRA & CARVALHO, 1994). As sementes foram distribuídas no sentido longitudinal das folhas de papel, com o hilo voltado para a parte inferior. 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 posição vertical no germinador regulado à temperatura de 25°C. As medições do comprimento das plântulas foram realizadas apenas nas plântulas normais, eliminando-se as anormais e as sementes mortas, quando a germinação atingisse 75%, por tratamento (KRZYZANOWSKI et al., 1991).

A determinação da 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 postos para secar em estufa com circulação forçada de ar, regulada à temperatura de 80°C, durante 24 horas. Após esse período, as amostras foram colocadas para resfriar em dessecadores e pesadas em balança com precisão de um miligrama.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial 4 x 6 (genótipos x potenciais). Os dados obtidos para comprimento de radícula, comprimento de parte aérea e matéria seca de eixos embrionários foram submetidos à análise de variância, sendo as médias das variáveis comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão polinomial (MORAES & MENEZES, 2003). Os ajustes e as análises estatísticas foram realizados com base no procedimento GENMOD do sistema estatístico SAS<sup>®</sup> system/STAT 9.1.1.3 (2006).

## **Resultados e Discussão**

---

Analisando-se as variáveis relacionadas ao vigor (Tabela 2), verifica-se que houve efeitos significativos ao nível de 0,01 de probabilidade

para genótipos, para níveis de potenciais hídricos simulados pelo PEG 6000 e para a interação genótipos x potenciais hídricos.

Tabela 2 – Grau de liberdade (GL) e quadrado médio (QM) do comprimento de radícula, comprimento de parte aérea e da matéria seca de eixo embrionário, em quatro genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de potenciais hídricos induzidos por PEG-6000. Areia, PB, 2006.

Fonte de Variação	GL	Comprimento da Radícula	Comprimento da Parte Aérea	Matéria Seca do Eixo Embrionário
		QM		
Genótipos (G)	3	22,19**	1,75*	0,00009927**
Potenciais Hídricos (N)	5	361,05**	47,09**	0,00006430**
Interação (GxN)	15	5,02**	0,67*	0,00002429**
CV%		11,65	20,62	25,86

(ns), (\*) e (\*\*), não significativo, significativo a 0,05 de probabilidade e significativo a 0,01 de probabilidade, respectivamente, para o teste F.

Mesmo sob condições de estresse, houve maior crescimento da radícula de CNPA 187 8H até o nível de -0,4 MPa; os genótipos BRS RUBI e BRS SAFIRA apresentaram crescimento intermediário, também até o potencial de -0,4 MPa. O genótipo BRS 201 foi mais sensível aos tratamentos com PEG 6000, por apresentar as menores médias de comprimento de radícula durante o estudo. As médias de todos os genótipos decresceram drasticamente, com valores próximos a zero no potencial osmótico de -1,0 MPa (Figura 1).

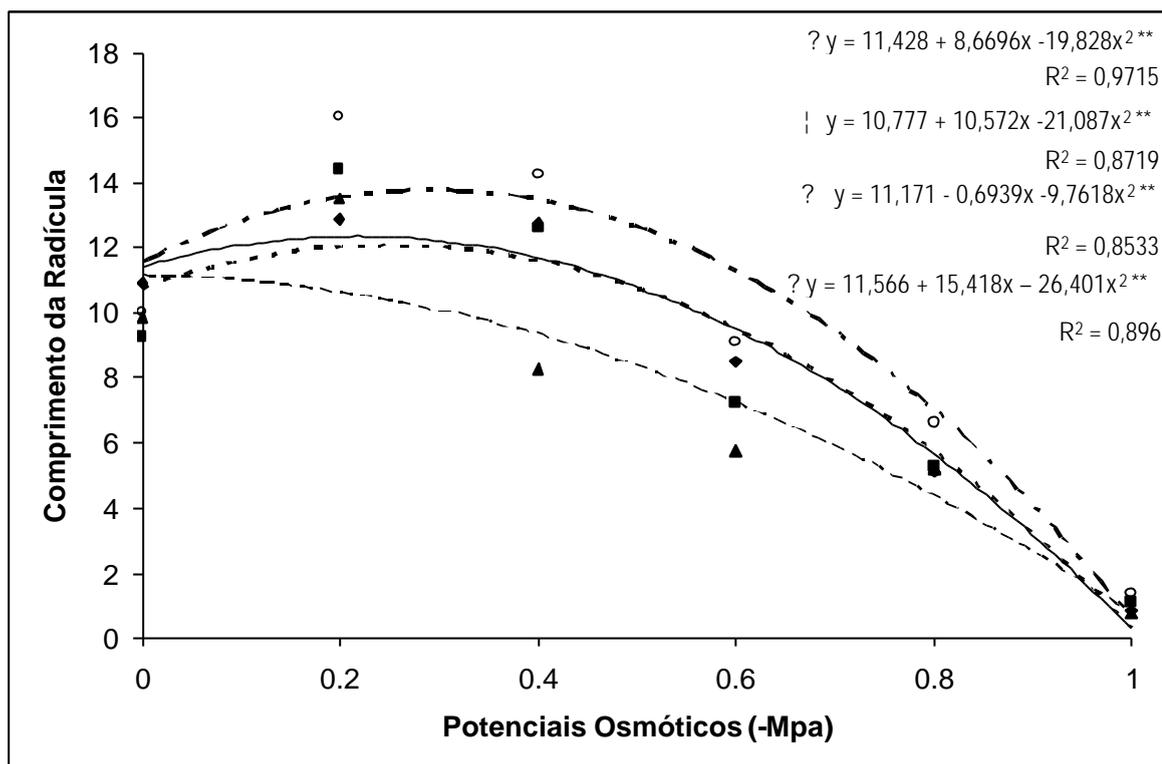


Figura 1 - Comprimento de radícula de quatro genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de potenciais hídricos induzidos por PEG-6000 (? = Dados observados para o genótipo BRS-RUBI, --- = Dados estimados pela função para o genótipo BRS-RUBI; | = Dados observados para o genótipo BRS-SAFIRA, - - - - = Dados estimados pela função para o genótipo BRS-SAFIRA; = ? = Dados observados para o genótipo BRS-201, --- --- = Dados estimados pela função para o genótipo BRS-201; ? = Dados observados para o genótipo CNPA 187 8H, - - - - - = Dados estimados pela função para o genótipo CNPA 187 8H). (ns), (\*) e (\*\*), não significativo, significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Os resultados do presente estudo concordam com aqueles encontrados por QUEIROZ et al. (1998), os quais observaram que o PEG-6000 teve grande efeito na germinação e no crescimento de plântulas de feijão. SADEGHIAN & YAVARI (2004) também indicaram que o crescimento de plântulas de beterraba diminuiu severamente pelo estresse hídrico.

Pela média dos diferentes níveis de potenciais osmóticos simulados pelo PEG 6000, houve diminuição progressiva dos valores de comprimento de radícula, mais drástica nos níveis de estresse (-0,8 e -1,0 MPa), como observado na Figura 01. De forma geral, os níveis decrescentes de potenciais osmóticos, diminuíram progressivamente o vigor de todos os genótipos estudados (Figura 01). Com isto é

possível inferir que, com a diminuição do potencial hídrico do substrato e a deficiente absorção de água pelas sementes, além de afetar a germinação resulta em plântulas menores e menos vigorosas, o que comprometeria o seu estabelecimento em condições de campo.

Verifica-se também que os quatro genótipos estudados diferenciam-se no comprimento médio da parte aérea, por razões inerentes a constituição genética de cada um, quando sujeitos aos seis níveis de potenciais hídricos simulados por PEG 6000.

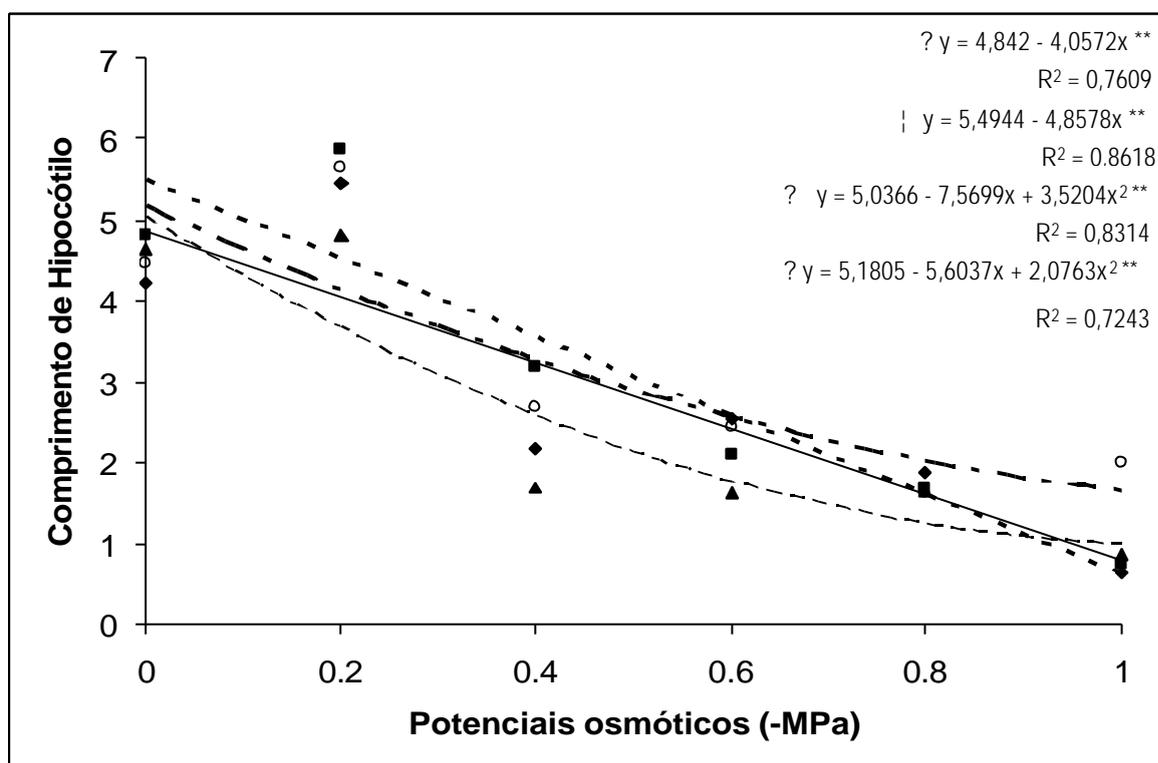


Figura 2 - Comprimento de parte aérea de quatro genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de potenciais hídricos induzidos por PEG-6000 (? = Dados observados para o genótipo BRS-RUBI, ----- = Dados estimados pela função para o genótipo BRS-RUBI; † = Dados observados para o genótipo BRS-SAFIRA, - - - - = Dados estimados pela função para o genótipo BRS-SAFIRA; = ? = Dados observados para o genótipo BRS-201, --- --- = Dados estimados pela função para o genótipo BRS-201; ? = Dados observados para o genótipo CNPA 187 8H, - - - - - = Dados estimados pela função para o genótipo CNPA 187 8H). (ns), (\*) e (\*\*), não significativo, significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Pelos dados obtidos, em geral os genótipos diferiram estatisticamente entre si, os genótipos que tiveram regularmente, maior crescimento da parte aérea foi o CNPA 187 8H, até o potencial -0,4 MPa, nos níveis

mais altos o genótipo BRS RUBI, se destacou perante os outros genótipos.

O aumento da concentração de PEG 6000 reduziu o comprimento da parte aérea em decorrência dos efeitos osmóticos (Figura 2), concordando, também, com os resultados de PARMER & MOORE (1968), PRISCO & O'LEARY (1970), FERNANDEZ et al. (1978) e JOHNSTON et al. (1979), estudando outras culturas.

Os gráficos traçados a partir das equações polinomiais (Figura 2) permitem mostrar uma diminuição do comprimento de parte aérea ao se reduzir o nível de potencial hídrico, isso de forma contínua, assim possibilitando mostrar o retardo no desenvolvimento da parte aérea sob condições de restrição hídrica.

No potencial de 0,0 MPa, foram próximos os dados de massa seca de eixo embrionário. Em quase todos os níveis os genótipos não diferiram estatisticamente entre si, com exceção do potencial -0,6 MPa, onde o genótipo CNPA 187 8H, comportou-se como mais tolerante a restrição hídrica. Apesar dos resultados não terem sido significativos, para os demais potenciais, observa-se que para o genótipo BRS 201, o estresse hídrico crescente afetou a massa seca (Figura 03).

Pelas médias de cada nível de potencial hídrico estudado, verifica-se a tendência de diminuição do peso de matéria seca de eixo embrionário na maioria dos genótipos de algodoeiro, à medida que se aumentou a concentração de PEG 6000 na solução (Figura 3). Observa-se em geral, que os genótipos apresentam comportamento semelhante, com exceção do CNPA 187 8H, que apresentou um aumento na matéria seca até -0,4 MPa, em seguida ocorrendo queda drástica como os demais materiais.

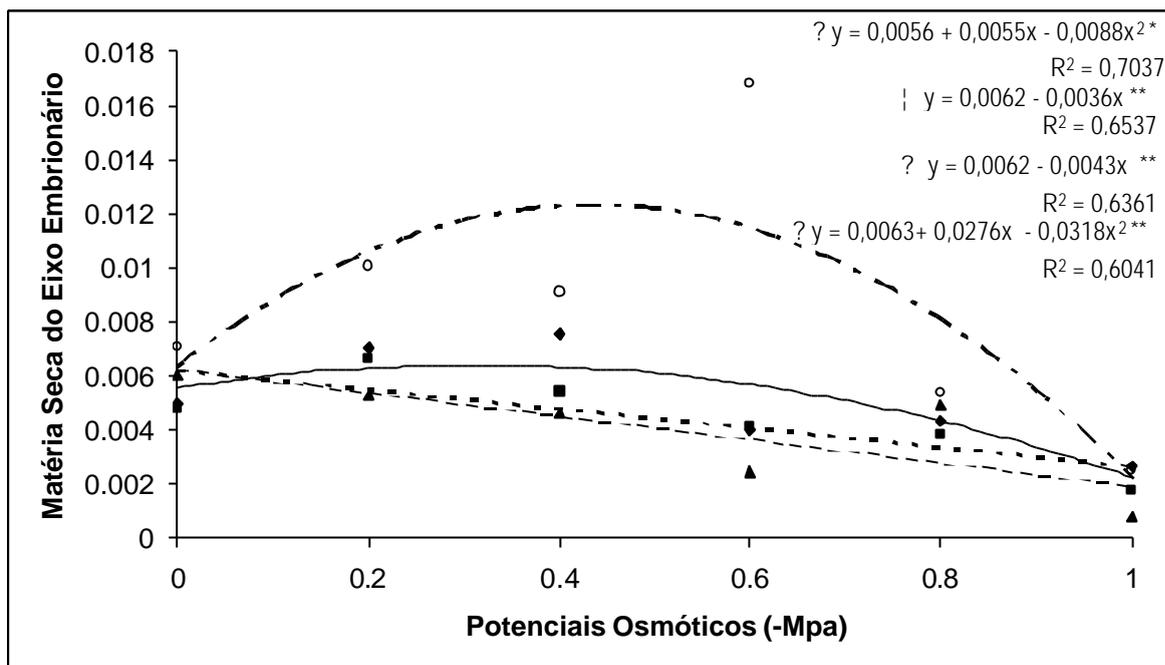


Figura 3 - Matéria seca de eixo embrionário de quatro genótipos de algodoeiro herbáceo em seis níveis de potenciais hídricos induzidos por PEG-6000 (? = Dados observados para o genótipo BRS-RUBI, ----- = Dados estimados pela função para o genótipo BRS-RUBI; † = Dados observados para o genótipo BRS-SAFIRA, - - - - = Dados estimados pela função para o genótipo BRS-SAFIRA; = ? = Dados observados para o genótipo BRS-201, -- -- -- = Dados estimados pela função para o genótipo BRS-201; ? = Dados observados para o genótipo CNPA 187 8H, - - - - - = Dados estimados pela função para o genótipo CNPA 187 8H). (ns), (\*) e (\*\*), não significativo, significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

## Conclusões

1. Os genótipos utilizados neste estudo mostraram comportamento diferenciado em relação ao desempenho do vigor em diferentes níveis de estresse;
2. No vigor das sementes, o genótipo CNPA 187 8H é mais tolerante em baixos potenciais hídricos, enquanto os genótipos BRS SAFIRA e BRS RUBI são mediamente sensíveis, e o genótipo BRS 201 apresentou mais susceptível a este tipo de condição adversa;
3. Em condições de estresse hídrico simulado por PEG 6000, a radícula desenvolve-se mais que a parte aérea;

4. A qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro é influenciada pela variação do potencial hídrico induzido por PEG-6000 e pelo genótipo envolvido no estudo.

## Referências Bibliográficas

---

CHITARRA, L. G.; MACHADO, J. C.; CHITARRA, G. S.; VIEIRA, M. G. G. C. Efeito do deslincamento químico de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) sobre o nível de ocorrência de *Colletotrichum gossypii* e desenvolvimento do fungo em exudado de sementes deslincadas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, p.128-133, 2002.

FERNANDEZ, H. G.; JOHNSTON, B. M.; URRUTIA, A. B. Efecto del potencial de água em la germinación del rabanito (*Raphanus sativus* L.). **Agricultura Tecnica**, México, v. 38, p. 69-72, 1978.

HEYDECKER, W. Vigour. In: ROBERTS, E. H. **Viability of seeds**. New York: Syracuse University, 1972. p. 209-252.

JOHNSTON, S. K.; WALKER, R. H. MURRAY, D. S. Germination and emergence of hemp sesbania (*Sesbania exaltata*). **Weed Science**, Lawrence, v. 27, p. 290-293, 1979.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Brasília, DF, v. 1, p. 15-50, 1991.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4. ed. Great Britain: Pergamom, 1989. 270 p.

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

MORAES, G. A. F. de; MENEZES, N. L. de. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 219-226, 2003.

PARMER, M. Y.; 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**, Madison, v. 60, p. 192-195, 1968.

PRISCO, J. T.; O'LEARY, J. W. Osmotic and toxic effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 30, p. 317-321, 1970.

QUEIROZ, M. F. de; ALMEIDA, F. de A. C.; FERNANDES, P. D. Efeito do condicionamento osmótico no vigor de plântulas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, p. 148-152, 1998.

SADEGHIAN, S. Y.; YAVARI, N. Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v. 190, p. 138-144, 2004.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. de. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SIQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, p. 1957-1968, 1991.







---

*Agrobiologia*

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

