

**TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE FEIJÃO  
AO ESTRESSE HÍDRICO, INDUZIDO POR POLIETILENO GLICOL,  
NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES.**

**Messias Firmino de Queiroz**

*Escola Agrícola Assis Chateaubriand - Universidade Estadual da Paraíba - UEPB  
Fone/Fax: (083)3661244 - E-mail: mqueiroz@paqtc.rpp.br  
CEP: 58117-000 - Lagoa Seca, PB*

**Pedro Dantas Fernandes**

**Francisco de Assis Cardoso Almeida**

*Departamento de Engenharia Agrícola - Centro de Ciências e Tecnologia - UFPB  
Fone: (083)3101287; Fax: (083)3101011 - E-mail: diassis@deag.ufpb.br  
CP: 10.087 - CEP: 58109-000 - Campina Grande, PB*

**Vicente de Paula Queiroga**

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Produção de Sementes Básicas  
EMBRAPA - SPSB - Fone/Fax: (083)3412314 - CP: 174  
CEP: 58107-720 - Campina Grande, PB*

## **1 RESUMO**

Sementes de dez cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) foram submetidas a seis níveis de tensão osmótica (0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0MPa) induzidos por polietileno glicol-6000 (PEG-6000), com o objetivo de se estudar os efeitos simulados do estresse hídrico sobre a germinação das sementes. O experimento foi conduzido em condições de laboratório, em germinador com temperatura e umidade relativa controladas, utilizando-se como substrato papel toalha com pH neutro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 10x6 com 4 repetições, contendo cada uma cinquenta sementes para o teste de germinação. Pelos resultados obtidos verificou-se haver influência do PEG-6000 sobre a germinação das sementes, sendo os cultivares Jalo Precoce e Onix os mais tolerantes ao estresse hídrico, enquanto os cultivares Diamante Negro, Goytacazes e São José foram identificados como os mais sensíveis.

**UNITERMOS:** PEG-6000, *Phaseolus vulgaris*, potencial osmótico, déficit hídrico

**QUEIROZ, M. F., FERNANDES, P. D., ALMEIDA, F. A C., QUEIROGA, V. P.**  
**Tolerance of bean cultivars to water deficit, Induced by polyethylene glycol-6000, At the germination phase.**

## 2 ABSTRACT

Seeds of ten bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) were submitted to six levels of osmotic tension (0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1 MPa), induced by PEG-6000, with the purpose of studying the effects of water stress on the germination of the seeds. The experiment was conducted in laboratory conditions, in a germinator with controlled temperature and relative humidity, making use of a neutral pH paper towel as a substrate. The experimental design was completely randomized in a 10 x 6 factorial scheme, with four replications each consisting of 50 seeds for germination. The results obtained have shown that there was influence of PEG-6000 on the seeds germination. The cultivars Jalo Precoce and Onix were found to be more tolerant on water stress, in terms of germination. On the other hand, the cultivars Diamante Negro, Goytacazes and São José were the most sensitive ones.

**KEYWORDS:** PEG-6000, *Phaseolus vulgaris*, osmotic potential, water deficit.

## 3 INTRODUÇÃO

Durante a fase de germinação, as plantas, de modo geral, são exigentes em níveis adequados de umidade do solo (Doorenbos e Kassam, 1979). O feijoeiro segue essa regra, encontrando-se referências na literatura de que baixos potenciais de água no solo, após a semeadura, resultam em perda de germinação e desenvolvimento insatisfatório das plantas, com a conseqüente redução na produção (Hadas, 1976; Sharma, 1976; Amorim Neto, 1995).

No Nordeste brasileiro, o feijoeiro é cultivado, principalmente, em condições de sequeiro, estando sujeito à irregularidade das chuvas e às altas temperaturas, com reflexos sobre a produção. A pesquisa deve buscar tecnologias que ajudem o agricultor a conviver

com esses problemas. Uma das tecnologias pode ser a obtenção e/ou identificação de genótipos tolerantes às variações climáticas.

Metodologias diversas têm sido recomendadas para se identificar genótipos mais adaptados às condições adversas de umidade no solo (Heydecker, 1967; Sharma, 1973; Hadas, 1977; Campos e Assunção, 1990). O polietileno glicol-6000 (PEG-6000) é um dos materiais indicados para esse fim (Lagerwerff et al., 1961), por simular, satisfatoriamente, baixos potenciais de água, sem ser absorvido pelas plantas.

Na literatura foram encontrados dois trabalhos estudando os efeitos de PEG sobre feijão, realizados com cultivares pouco utilizados no Brasil, atualmente. Em 1970, Prisco e O'Leary publicaram trabalho com o cv. 'Red Kidney' e, dois anos depois, Magalhães e Carelli (1972) divulgaram dados de pesquisa obtidos com 'Carioca', 'Rosinha' e 'Bico de Ouro'. Em ambas as referências, foi verificado efeito do produto sobre a germinação e vigor das sementes.

No presente trabalho estudou-se o efeito de seis níveis de polietileno glicol-6000 na germinação de sementes de dez cultivares de feijão, identificando-se os mais tolerantes e os mais sensíveis ao déficit hídrico.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do CNPA/ EMBRAPA, em Campina Grande-PB, no período de abril a junho de 1996. Foram utilizados dez cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cujas sementes foram doadas pelo CNPAF/EMBRAPA com sede em Goiânia-GO. Utilizou-se germinador marca National, modelo 3512-11 de prateleiras horizontais e controle de temperatura, com sensibilidade de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . A umidade relativa no interior do germinador foi mantida próximo à saturação, com sistema próprio de circulação de água e ar. Sobre 2 folhas de papel Germitest, superpostas e umedecidas, foram distribuídas 50 sementes por repetição. Uma terceira folha do referido papel, bem umedecida, com a mesma solução, foi utilizada como cobertura protetora. Em seguida, o conjunto foi dobrado em forma de cartucho e amarrado com um cordão a um terço da borda superior, anotando-se, na parte superior, o respectivo tratamento e repetição. Acomodados os cartuchos, em recipientes plásticos, na posição de 45 graus em relação à vertical, colocou-se o conjunto no germinador, regulado à temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ . No decorrer do experimento o conjunto foi umedecido com a mesma solução de PEG-6000, de modo a manter os níveis desejados de potenciais.

Foram estudados dois fatores, Cultivares de Feijão (C) e Níveis de Potenciais Osmóticos (N). Cultivares: C<sub>1</sub> - A285; C<sub>2</sub> - Safira; C<sub>3</sub> - Diamante Negro; C<sub>4</sub> - São José; C<sub>5</sub> - Corrente; C<sub>6</sub> - Goytacazes; C<sub>7</sub> - Novo Jalo; C<sub>8</sub> - Jalo Precoce; C<sub>9</sub> - Xamego; C<sub>10</sub> - Onix. Os níveis de potenciais osmóticos, induzidos por soluções de PEG-6000 e preparados com base em Villela et al. (1991), estão na Tabela 1. Combinando-se os 10 cultivares (C) com os 6 níveis de potenciais (N) formaram-se 60 tratamentos. Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 10x6, com 4

repetições. Os dados de porcentagens de germinação foram transformados em  $\text{arc. sen}(p/100)^{1/2}$ , seguindo orientações de Snedecor & Cochran (1974) e Souza (1978).

Foram realizados o teste de germinação (TPG), no 9º dia após semeadura e o de vigor (primeira contagem do TPG), no 5º dia, de acordo com as regras para análise de sementes (Brasil, 1992). Na contagem, foram consideradas como germinadas as sementes que apresentavam comprimento mínimo da radícula igual a 1,5 cm. Visando a facilitar a interpretação dos resultados, foi calculada a redução relativa da porcentagem de vigor e redução relativa de germinação, com base na fórmula seguinte, adaptada de Fageria (1985):

$$\text{Redução relativa (\%)} = \frac{(\% \text{ de germinação de um cultivar, no tratamento testemunha}) - (\% \text{ de germinação do mesmo cultivar, em um nível de PEG-6000})}{\% \text{ de germinação do mesmo cultivar no tratamento da testemunha}} \times 100$$

As análises estatísticas e os estudos de regressão polinomial foram realizados segundo orientações de Pimentel Gomes (1985) e de Snedecor & Cochran (1974).

Tabela 1 - Concentrações de PEG-6000 para obtenção dos potenciais osmóticos, correspondentes aos tratamentos testados.

TRATAMENTOS (Soluções) (N)	CONCENTRAÇÃO (g de PEG/kg de água destilada)	POTENCIAL OSMÓTICO (PO) (-MPa)
N <sub>0</sub>	0,00	0,0
N <sub>1</sub>	119,571	0,2
N <sub>2</sub>	178,343	0,4
N <sub>3</sub>	223,664	0,6
N <sub>4</sub>	261,948	0,8
N <sub>5</sub>	295,713	1,0

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos valores de Quadrado Médio (Tabela 2), verifica-se que houve efeito significativo dos tratamentos, sobre a germinação das sementes, ao nível de 0,01 de probabilidade, para cultivares (C), níveis de potencial osmótico (N) e para a interação C x

N. Os dez cultivares de feijão estudados diferem na capacidade de germinar quando submetidas às diferentes condições de estresse hídrico simulado (Tabelas 3 e 4, Figuras 1 e 2). De modo geral, o efeito foi maior à medida em que se aumentou a concentração de PEG-6000. Resultados semelhantes foram observados nos trabalhos conduzidos com feijão, por Prisco e O'leary (1970) e Magalhães e Carelli (1972).

### 5.1 - Vigor (1ª contagem da germinação)

Mesmo com grande queda de vigor, à medida que decresceu o potencial osmótico, no nível de -0.8 MPa germinaram 34,5% das sementes do cv. 'Onix', 27,5% da cv 'Corrente' e 27,0% de 'Jalo Precoce' e, no potencial mais baixo (-1,0MPa), os cultivares 'Jalo Precoce' e 'Onix' apresentaram, também, os melhores resultados, com valores de germinação de 15,0 e 11,0%, respectivamente (Figura 1). Em um trabalho semelhante, mas com outras variedades, Magalhães e Carelli (1972) verificaram diferenças de germinação, mas não de vigor, entre os cultivares 'Carioca', 'Rosinha' e 'Bico-de-Ouro', nos níveis de PEG de 0,0, 3,5, 7,2 e 11,2 atm.

A análise de regressão aplicada aos dados coletados possibilitou a obtenção de equações, relacionando taxas de vigor com níveis de potenciais osmóticos, apresentadas na Figura 1. Observa-se, em geral, boa correlação entre essas variáveis, expressa pelo coeficiente ( $r^2$ ), permitindo-se estimar o nível de vigor de sementes de cada cultivar, em função do potencial de água do substrato.

A partir dos dados originais de vigor (1ª contagem do teste de germinação), foi montada a Tabela 3, comparando-se os valores de todos os níveis com os da testemunha e obtendo-se a redução relativa dos vários tratamentos, utilizando uma fórmula contida em Fageria (1985). Essa transformação permite uma análise mais criteriosa do efeito dos níveis de pressão osmótica.

Em todos os níveis testados, principalmente nos mais baixos, as maiores reduções do vigor foram observadas no cv 'Diamante Negro', demonstrando sua elevada sensibilidade às condições de estresse hídrico.

O cultivar Onix, nos níveis de menor estresse hídrico ( $N_1$  e  $N_2$  - Tabela 3), apresentou as menores reduções relativas de vigor. O cv Jalo Precoce, cujos valores médios de redução relativa nos níveis  $N_1$ ,  $N_2$  e  $N_3$ , foram de 8,54%, 21,95% e 44,51%, respectivamente, destacou-se, também, entre os cultivares com menores médias de redução relativa.

Nos dois níveis mais baixos de potenciais osmóticos ( $N_4$  e  $N_5$ ), os cultivares Jalo Precoce e Onix mantiveram o mesmo comportamento, sendo os menos afetadas pelos tratamentos. Portanto, 'Onix' e 'Jalo Precoce' foram mais tolerantes que os demais cultivares, ao déficit hídrico, simulado pelas soluções de PEG-6000. O cv 'Jalo Precoce' destacou-se apesar de suas sementes terem sido obtidas de lote com viabilidade inferior, como se observa pelos dados obtidos no tratamento testemunha ( $N_0$  - Figuras 1 e 2). Ainda com base na Tabela 3, nota-se que nos níveis  $N_4$  e  $N_5$  (baixos teores de água disponível no substrato) as maiores reduções relativas de vigor, em relação à testemunha, ocorreram nos

cultivares 'Diamante Negro', 'São José' e 'Goytacazes' mostrando serem sensíveis às condições adversas de estresse.

## 5.2 Germinação

Os dados relativos à germinação estão apresentados na Figura 2 e na Tabela 4. O efeito foi mais acentuado nos níveis mais concentrados, com tensão abaixo de  $-0,2\text{MPa}$ . Houve queda acentuada na taxa de germinação nos níveis de  $-0,8$  e  $-1,0\text{MPa}$ , apresentando, todas os cultivares, valores inferiores a 50% e 30%, respectivamente. No nível de  $-1,0\text{MPa}$ , as sementes dos cultivares Diamante Negro, Xamego e São José tiveram os menores valores de germinação ( $<15\%$ ). Magalhães e Carelli (1972), testando os níveis de 0, 3,5, 7,2, 11,2 e 16,0 atm de pressão osmótica, simulados por PEG-6000, só observaram germinação de sementes de feijão até o nível de 7,2 atm, diminuindo os valores a partir de 3,5 atm.

Os valores obtidos para a testemunha ( $-0,0\text{MPa}$ ), em que os cultivares 'Novo Jalo' e 'Jalo Precoce' apresentaram taxas de vigor e de germinação mais baixas, em relação aos demais, devem ser decorrentes de diferenças de origem dos lotes das sementes. Adegbuyi et al. (1981) e El-Sharkawi & Springuel (1977) verificaram, também, discrepâncias de médias de germinação entre diferentes cultivares no tratamento testemunha (água destilada) para sementes de forrageiras, de trigo, de cevada e de sorgo quando foram submetidas a condições de déficit hídrico, utilizando soluções de polietileno glicol (6000 e 4000).

O aumento das concentrações de PEG-6000 a partir do nível de  $-0,2\text{MPa}$ , reduziu a germinação devido, possivelmente, à menor absorção de água pelas sementes, ou seja, houve aumento da concentração osmótica, provocando uma diminuição do gradiente hídrico no sistema substrato-semente. Conforme Prisco (1978), a absorção de água pelas plantas (ou pelas sementes) é função do gradiente de potencial hídrico no sistema solo-planta ou solo-semente. Efeitos adversos de concentrações de polietileno glicol sobre a germinação de espécies diferentes também foram encontrados por Lawlor (1970) e Sharma (1973 e 1976). Segundo esses autores, o PEG aumenta a concentração osmótica do substrato, provocando um bloqueio no movimento da água, por diminuir o potencial hídrico do meio onde crescem as raízes.

Aplicando-se análise de regressão aos dados, foram obtidas as equações contidas na Figura. 2, indicando, da mesma forma como ocorreu para o vigor, haver correlações altamente significativas entre potenciais osmóticos e taxas de germinação dos cultivares estudados.

Pelos dados da Tabela 4, observa-se que nos níveis mais baixos de potencial osmótico ( $N_3$ ,  $N_4$  e  $N_5$ ), os cultivares Onix e Jalo Precoce sobressairam-se como mais tolerantes que os demais, demonstrando serem relativamente apropriados às regiões semi-áridas, como o Nordeste brasileiro. Novamente, os cultivares Diamante Negro e Goytacazes apresentaram elevadas reduções relativas de germinação, superiores a 70% para os níveis  $N_4$  e  $N_5$ , sendo portanto, nessas condições, cultivares mais sensíveis aos baixos potenciais osmóticos.

Tabela 2 - Quadrado médio da porcentagem de germinação e do vigor (1ª contagem da germinação) dos dez cultivares de feijão em seis níveis de PEG-6000.

Fontes de Variação	Vigor (germinação no 5º dia)	Germinação (TPG)
Cultivares (C)	365,43**	515,02**
Níveis (N)	17112,50**	15042,79**
Interação (CxN)	89,96**	90,22**
CV (%)	10,35	9,67

Análise realizada com dados transformados em  $\text{arc. sen}(P/100)^{1/2}$

(\*\*) Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.

Tabela 3 - Redução relativa (%) da porcentagem do vigor (1ª contagem da germinação) dos dez cultivares de feijão em seis níveis de PEG-6000.

CULTIVARES	Redução (%) em relação à testemunha (N <sub>0</sub> )				
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>
A 285	19,19	37,79	71,51	72,67	91,28
SAFIRA	9,94	20,99	59,67	75,69	91,16
DIAM. NEGRO	21,02	68,18	80,11	92,04	97,73
SÃO JOSÉ	20,21	29,26	70,21	78,19	94,15
CORRENTE	10,36	36,27	63,21	68,39	92,23
GOYTACAZES	2,32	31,40	59,30	83,14	93,60
NOVO JALO	9,62	67,31	71,15	70,51	86,54
JALO PRECOCE	8,54	21,95	44,51	67,07	81,71
XAMEGO	18,54	26,40	53,37	73,60	89,89
ONIX	**	19,76	65,27	58,68	86,83

\*\* Não houve redução

Tabela 4 - Redução relativa da porcentagem de germinação dos cultivares de feijão nos seis níveis de PEG-6000.

CULTIVARES	Redução (%) em relação à testemunha (N <sub>0</sub> )				
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>
A 285	2,17	22,83	60,33	58,15	79,35
SAFIRA	4,92	7,10	38,80	58,47	74,86
DIAM. NEGRO	12,43	44,32	70,27	75,14	91,89
SÃO JOSÉ	11,68	12,18	59,39	59,90	85,28
CORRENTE	6,06	18,18	50,00	54,52	75,76
GOYTACAZES	0,55	18,03	43,17	71,58	79,78
NOVO JALO	1,27	47,13	55,41	52,87	79,62
JALO PRECOCE	3,55	7,10	31,36	54,21	72,96
XAMEGO	6,38	18,08	35,64	59,57	85,64
ONIX	1,08	10,27	45,94	46,49	69,73

## 6 CONCLUSÕES

1. Há influência do estresse hídrico induzido por polietileno glicol-6000 sobre a germinação das sementes.
2. Pelos testes de germinação e vigor, os cultivares Jalo Precoce e Onix são os mais tolerantes a baixos potenciais osmóticos (-0,8MPa e -1,0MPa), enquanto que 'Diamante Negro', 'Goytacazes' e 'São José' são os mais sensíveis.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGBUYI, E.; COOPER, S. R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethylene glycol (PEG). *Seed Sci. & Technol.* v.9, p.867-878, 1981.
- AMORIM NETO, M. dos. *Termometria a infravermelho associada ao balanço de energia na determinação do índice de estresse hídrico da cultura do feijoeiro (Phaseolus vulgaris, L.) irrigado*. Viçosa: UFV, 1995. 89p. (Tese Doutorado).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento de Produção Vegetal. Divisão de Sementes e Mudas. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 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, 1990.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. *Yield response to water*. Irrig. Drain. Paper 33. FAO. Rome, 1979. 179p..
- EL-SCHARKAWI, H. N.; SPRINGUEL, I. Germination of some crop plant seeds under reduced water potencial. *Seed Science & Technol.* v.5, p. 677-688, 1977.
- FAGERIA, N.K. Salt tolerance of rice cultivars. *Plant and Soil*, v.88, n.2, p.237-243, 1985.
- HADAS, A. A suggested method for testing seed vigor under water stress in simulated arid conditions. *Seed Science and Technology*, v.5, p.519-525, 1977.
- HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmoticum solutions. *J. Exp. Bot.*, v.27, p.480-489, 1976.
- HEYDECKER, W. Drought hazard to seed germination. *Ann. Arid Zone*, v. 6, p.22, 1967.
- LAGERWERFF, J. W.; OGATA, G.; EAGLE, H. E. Control of osmotic pressure of culture solutions with polyethylenoglicol. *Science*, v.133, n.3463, p.1486-1487, 1961.
- LAWLOR, D. W. Absorption of polyethylenoglicols by plants and their effects on plant growth. *New phytologist*, v.69, p. 501-513, 1970.

- MAGALHÃES, A. C.; CARELLI, M. L. Germinação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sob condições variadas de pressão osmótica. *Bragantia*, Campinas, v.31, n.32, p19-26, 1972.
- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. São Paulo: Nobel, 1985. 466p.
- PRISCO, J. T. Efeitos da salinidade na germinação de sementes e no comportamento das plantas. In: REUNIÃO SOBRE SALINIDADE EM ÁREAS IRRIGADAS, 1978. Fortaleza. *Anais*. Fortaleza: Ministério do Interior, 1978. p. 64-112.
- PRISCO, J. T.; J. W. O'LEARY. Osmotic and "toxic" effects of salinity on germination of (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds. *Turrialba*, v.20, p177-184, 1970.
- SHARMA, M. L. Interaction of water potencial and temperature effects on germination of three semiarid plant species. *Agronomy Journal*, Madison, v.68, n.2, p.390-394, 1976.
- SHARMA, M. L. Simulation of drought and its effect on germination of five pasture species. *Agronomy Journal*, Madison, v.65, n.6, p.982-987, 1973.
- SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. *Statistical methods*. Ames: Iowa State College, 1974. 593p.
- SOUZA, B. B. de. *Uso de transformações que visam à homocedasticidade*. Brasília: Universidade de Brasília, 1978.
- 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, v.26, n.11/12, p1957-1968, 1991.