

Simulação de estresse hídrico em feijão pela diminuição do potencial osmótico

Water stress in beans by decrease in osmotic potential

Soraya Helena Garcia¹, Diane Simon Rozzetto¹, Jefferson Luís Meirelles Coimbra^{1*}, Altamir Frederico Guidolin¹

Recebido em 17/11/2010; aprovado em 17/08/2011.

RESUMO

O estresse hídrico é um dos agentes abióticos que mais danifica o desenvolvimento do feijão, pois este possui baixa capacidade de recuperação após um período de seca. Este experimento teve como objetivo avaliar o efeito de soluções osmóticas de manitol para simulação do estresse hídrico durante a germinação de acessos de feijão pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma do IMEGEM, possibilitando a identificação de genótipos tolerantes a seca, para que possam ser incluídos em blocos de cruzamento. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages, SC, utilizando quatro genótipos de feijão num delineamento completamente casualizado com quatro repetições onde foram efetuadas três avaliações 1º germinação, 2º comprimento do hipocótilo e 3º desenvolvimento da radícula das plântulas. Dentre os genótipos utilizados, o BAF9 teve melhor desempenho para os caracteres avaliados, demonstrando que pode possuir genes importantes frente ao estresse hídrico, característica valiosa para os programas de melhoramento.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L., genótipos, germinação.

SUMMARY

Water stress is one of the more external agents that damage the development of the bean that has a low capacity to recover after a period of drought. This experiment aimed to evaluate the effect of osmotic solutions of manitol for

simulation of water stress during the germination of beans belonging to the Active Germplasm Bank of Imegem, enabling the identification of genotypes tolerant to drought, so they can be included programs in plant breeding. The experiment was conducted at the Science Center Agroveterinary in Lages, SC using four common bean genotypes in a completely randomized design with four replicates for assessment of germination, hypocotyls and radicle of seedlings. Among the genotypes used BAF9 had the better performance for both traits and found to be more adapted to water stress, a characteristic important for breeding programs.

KEY WORDS: *Phaseolus vulgaris* L., genotypes, germination.

INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) constitui o alimento básico para a maioria da população e o sucesso na sua produção é diretamente proporcional a qualidade fisiológica das sementes, pois de modo geral, a germinação e a emergência de plântulas são reflexos desta qualidade (MESQUITA et al., 2007).

Dados da FAO (2010) indicam que em 2009 a produção mundial de feijão foi de aproximadamente 19,7 milhões de toneladas. Com relação ao Brasil, a produção em 2009 foi de 3.522.979 de toneladas com uma produtividade média de 935 kg ha⁻¹ na safra de 2009/10 (CONAB, 2010). Esta produtividade média é considerada baixa devido à interferência de fatores bióticos e abióticos.

¹ Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Av. Luiz de Camões, 2090. Bairro: Conta Dinheiro, CEP: 88520-000, Lages, SC, Brasil. Email: coimbrajefferson@cav.udesc.br. *Autor para correspondência.

A deficiência hídrica pode afetar as diferentes fases do desenvolvimento do feijão, onde uma das fases mais sensíveis é a germinação. A água é um dos fatores que mais compromete a germinação das sementes, sendo responsável pela reativação do metabolismo, e está envolvida direta e indiretamente em todas as demais etapas da germinação (MARCOS FILHO, 2005). A disponibilidade de água é um dos fatores ambientais que mais influenciam a produtividade. A água utilizada pelas plantas na fotossíntese é absorvida pelas raízes e transportada para a parte aérea juntamente com os nutrientes, através dos vasos lenhosos ou xilema. A ocorrência de déficit hídrico inviabiliza o processo fotossintético, uma vez que a água, além de ser componente básico da reação, também é responsável pela manutenção da transpiração, essencial para a permeabilidade do gás carbônico no mesófilo foliar (BUCHANAN et al., 2000). Um dos primeiros efeitos do déficit hídrico nas plantas vasculares manifesta-se sobre os estômatos. Em geral, sob deficiência hídrica, a queda da taxa de fotossíntese pode ser relacionada com a limitação das trocas gasosas, consequência do fechamento dos estômatos em resposta a um decréscimo no potencial hídrico foliar (OLIVEIRA et al., 2002).

O melhoramento genético, o manejo adequado e a utilização de sementes com alta qualidade fisiológica garantem a alta produtividade da cultura do feijão (BINOTTI et al., 2008), porém muitos são os fatores que afetam a germinação e o vigor, ocasionando um decréscimo na produção (FORTI et al., 2009). O estresse hídrico logo após o plantio é um dos fatores abióticos que mais influencia no processo germinativo, interferindo diretamente nas atividades enzimáticas da planta (DEBOUBA et al., 2006; NUNES et al., 2009), o que pode minimizar o rendimento do feijão, causando grande prejuízo ao produtor (CUSTÓDIO et al., 2009).

A seleção de genótipos tolerantes ao estresse hídrico na fase de germinação pode levar a identificação e a compreensão dos mecanismos de tolerância a seca, os quais são fundamentais no desenvolvimento de novos cultivares comerciais tolerantes ao déficit hídrico (NEPOMUCENO et al., 2001). Os testes de germinação em sementes de culturas importantes como a do feijão vêm

sendo cada vez mais utilizados (MIGUEL e CÍCERO, 1999), facilitando assim os programas de melhoramento que buscam genótipos adaptados as condições adversas do ambiente (MACHADO NETO, 2004). Nestes testes são utilizadas soluções de manitol que diminuem o potencial osmótico da água no solo, simulando um ambiente com umidade reduzida, possibilitando a avaliação do comportamento de genótipos submetidos a potenciais osmóticos negativos, os quais inibem o potencial de germinação das culturas como no estudo realizado por Kron et al. (2008), para a cultura da soja (*Glycine max*).

Quando há restrições à disponibilidade hídrica, a semente fica por mais tempo exposta ao ataque dos agentes fitopatogênicos presentes no solo e, não havendo umidade suficiente para a germinação e continuidade do processo fisiológico, pode ocorrer à morte do embrião.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação e o desenvolvimento de plântulas de feijão submetidas ao estresse hídrico por diferentes potenciais osmóticos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto de Melhoramento e Genética Molecular – IMEGEM, do Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC em Lages, SC.

Quatro acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Feijão, que apresentam características importantes para o programa de melhoramento desenvolvido pelo IMEGEM (BAF7, BAF9, BAF14 e BAF50), foram submetidos à germinação em condições de estresse hídrico sob os níveis 0, -0,6, -1,2 e -1,8 MPa de potencial osmótico, simuladas com soluções de manitol ($C_6H_{14}O_6$), nas doses 0; 44; 58; 89,17 e 133,75 g L⁻¹.

As concentrações foram calculadas pela fórmula de Van't Hoff, segundo Eira e Marcos Filho (1990), onde: $Yos = -RTC$, onde: Yos : potencial osmótico (atm); R : constante geral dos gases perfeitos (0,082 atm. L mol⁻¹K⁻¹); T : temperatura (°C); e C : concentração (mol L⁻¹) (BRAGA et al., 1999).

Foram colocadas 50 sementes para germinar em três folhas de papel (Germitest) umedecidas

2,25 vezes a sua massa com as soluções osmóticas de manitol para proporcionar diferentes níveis de potencial osmótico. As sementes foram depositadas sobre duas folhas e cobertas com a terceira. Em seguida as folhas foram enroladas e depositadas em câmaras de germinação BOD com umidade de 92% e temperatura de 25°C, permanecendo nesta condição por um período de nove dias.

A germinação das sementes foi avaliada no quinto dia e o crescimento das plântulas, no nono dia, quando foi medido o comprimento do hipocótilo e da radícula. Estas avaliações bem como a metodologia utilizada obedeceram às normas estipuladas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições e a análise estatística constou de análise de variância pelo teste F, a 5% de significância, e análises de regressão linear simples utilizando o programa SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta um resumo da análise de variância para germinação das sementes, e os caracteres desenvolvimento radicular e comprimento do hipocótilo. A interpretação da análise de variância evidencia o efeito significativo para a interação genótipo x dose. Este fato indica que os genótipos estudados, apresentaram diferentes respostas às doses de manitol utilizadas,

em consequência dos diferentes potenciais osmóticos a que as sementes foram submetidas. Deve ser considerado que a disponibilidade de água é um dos fatores ambientais que mais compromete o desenvolvimento das culturas e uma das fases mais sensíveis a deficiência hídrica é a germinação das sementes, visto que está envolvida direta ou indiretamente em todas as suas etapas (MARCOS FILHO, 2005). Levando em conta a importância de se identificar genótipos adaptados a condições adversas de ambiente, os programas de melhoramento buscam além de outras características, desenvolver cultivares tolerantes ao déficit hídrico (NEPOMUCENO et al., 2001), e conforme foi observado os genótipos utilizados apresentam variação nas respostas a deficiência hídrica.

A apresentação gráfica dos parâmetros utilizados para a avaliação da germinação, comprimento radicular e comprimento do hipocótilo das sementes de feijão, em função dos diferentes níveis de potencial osmótico obtidos com diferentes doses de manitol, estão apresentados nas Figuras 1, 2 e 3, respectivamente.

Por meio da análise da Figura 1 pode ser verificado que houve redução na percentagem de sementes germinadas com a redução do potencial osmótico para o genótipo BAF9. Para o BAF50, os valores de germinação apresentaram-se significativos quando as sementes foram submetidas até o nível de potencial osmótico de -0,6 MPa e a partir desse nível, ocorreu a redução na germinação. Resultados semelhantes

Tabela 1 - Quadrados médios da análise de variância para Genótipos, Dose e Interação Genótipo*Dose para os caracteres germinação, desenvolvimento radicular e comprimento do hipocótilo de plântulas de feijão. Lages, SC, 2009.

FV	GL	QM		
		Germinação	Raiz	Hipocótilo
Modelo	15	142,43*	308,98*	87,08*
Genótipo	3	91,30*	255,34*	137,60*
Dose	3	298,24*	887,61*	173,74*
Genótipo*Dose	9	100,818*	36,96*	27,18*
Erro	45	49,83	4,56	2,41
Total	60	-	-	-

*Pr < 0,05, pelo teste F.

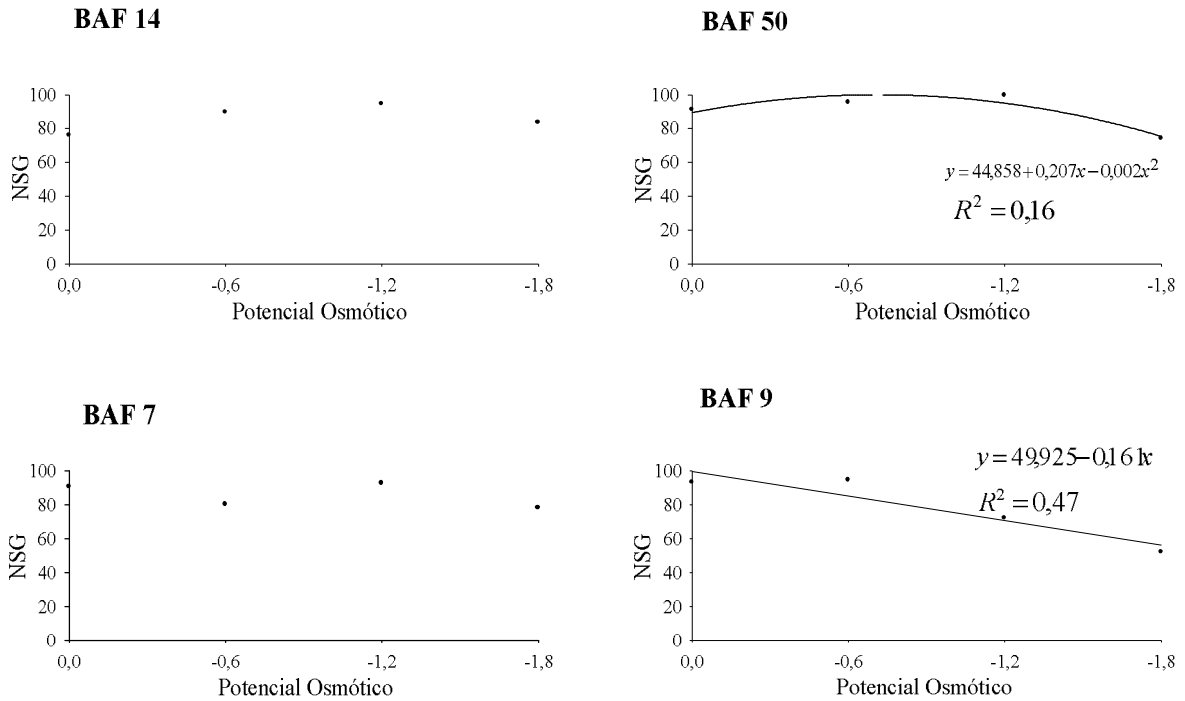


Figura 1 - Percentagem de sementes de feijão germinadas (NSG) submetidas à deficiência hídrica com diferentes doses de manitol.

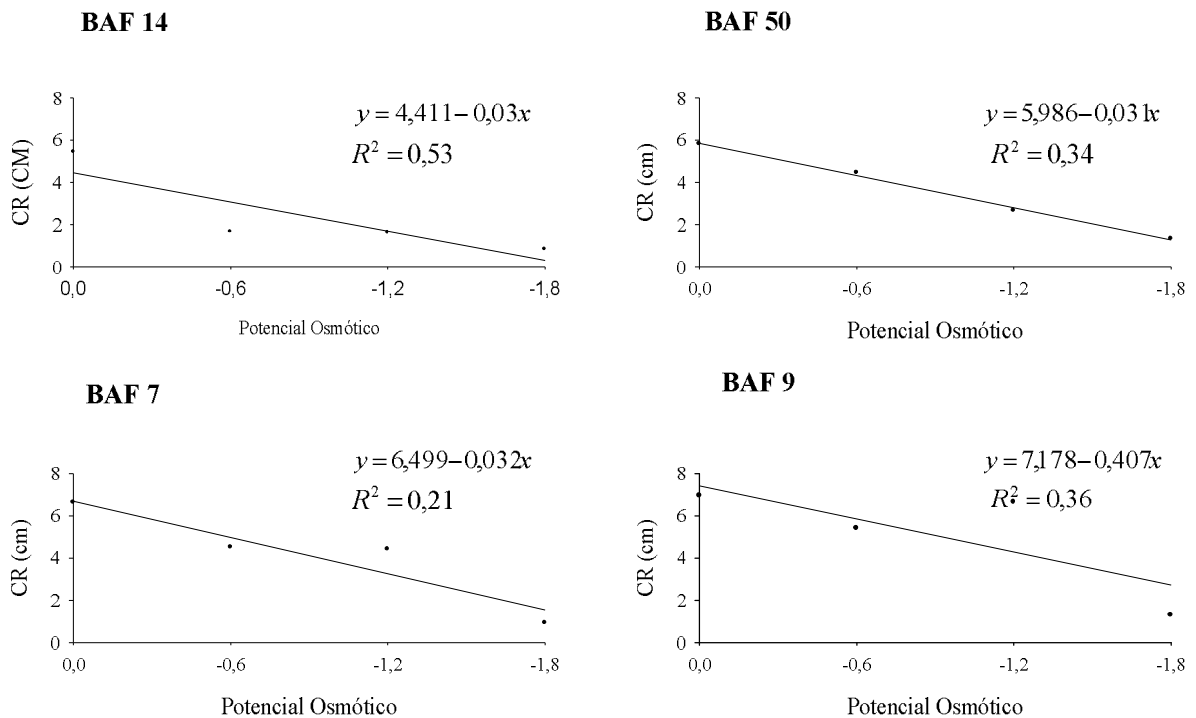


Figura 2 - Comprimento radicular de plântulas de feijão (CR) submetidas à deficiência hídrica com diferentes doses de manitol.

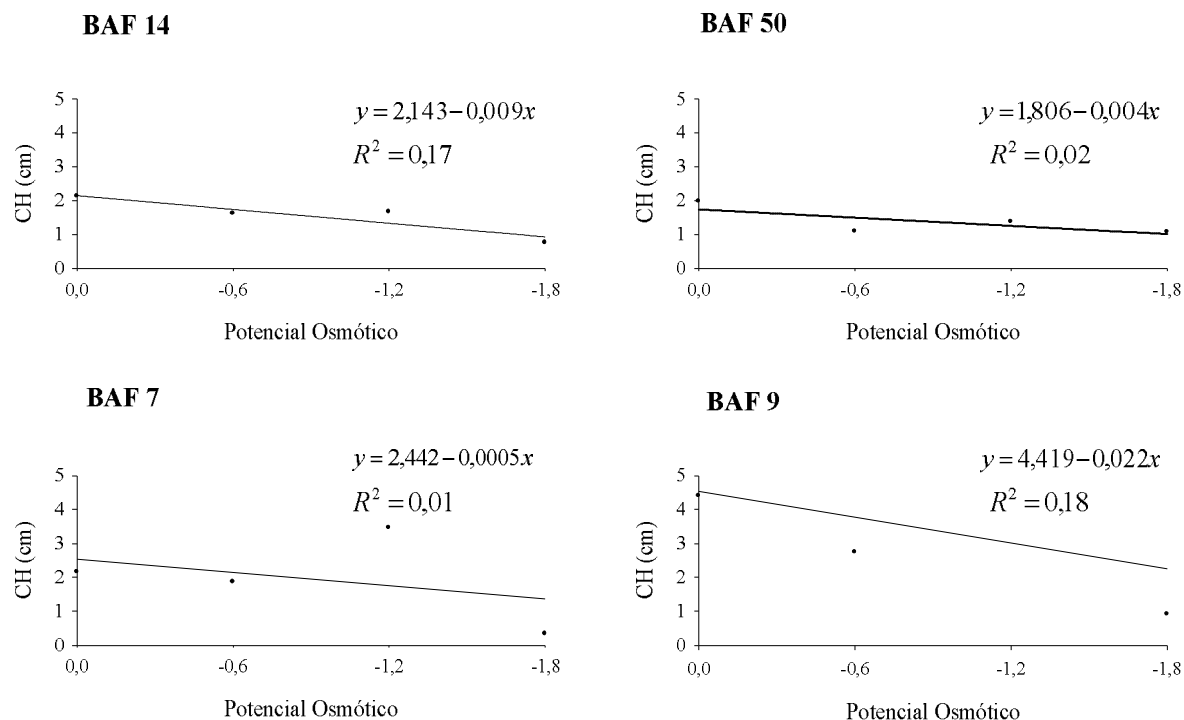


Figura 3 - Comprimento do hipocótilo de plântulas de feijão (CH) submetidas à deficiência hídrica com diferentes doses de manitol.

foram encontrados por Trigo et al. (1999) em sementes de cebola, indicando que a diminuição do potencial osmótico prejudica a germinação e conseqüentemente o vigor das plântulas. Além disso, diminui o desenvolvimento meristemático e expõe as sementes por mais tempo as condições desfavoráveis do ambiente, acarretando diminuição na produção, com conseqüente prejuízo ao produtor (MORAES e MENEZES, 2003). Para os genótipos BAF14 e BAF7 não houve diferença significativa na taxa de germinação, este fato revela que estes genótipos podem apresentar tolerância a ambientes com falta de água.

De acordo com a Figura 2, é possível observar que o maior crescimento radicular ocorreu com dose 0 (zero) do soluto. Cabe salientar também, que houve redução no comprimento da radícula das plântulas para os quatro genótipos avaliados, demonstrando que o aumento da concentração de manitol e redução no potencial hídrico afetou negativamente o desenvolvimento da radícula, causando uma diminuição no seu crescimento. Porém para o genótipo BAF9 destacou-se por apresentar radículas mais desenvolvidas quando expostas a soluções mais concentradas de manitol, indicando

que este genótipo pode ser mais tolerante a falta de água que os outros genótipos testados. Em genótipos de milho, Azevedo Neto et al. (2004) encontraram resultados semelhantes. Ávila et al. (2007) observaram que para a cultura da canola, contrariamente ao que ocorre com o feijão e com o milho, quanto maior a dose de manitol, até um certo limite, maior o crescimento radicular, pois as plantas de canola quando submetidas ao estresse hídrico tendem a desenvolver um sistema radicular que propicia absorver água em maiores profundidades.

Da mesma forma, para o comprimento do hipocótilo pode ser verificado uma redução nesta característica com a redução do potencial osmótico (Figura 3). Os resultados encontrados estão de acordo com os obtidos por Alvarenga et al. (1991) em estudos realizados com soja, e Dantas et al. (2007) em estudos com feijão. À medida que aumentou a concentração de manitol nas soluções, houve um decréscimo no comprimento do hipocótilo das plantas, demonstrando ter seu desenvolvimento prejudicado quando submetidos a ambientes com baixa umidade. Já o genótipo BAF9 mostrou indícios de ser mais adaptado as condições de deficiência de água, pois alcançou os maiores valores para o comprimento do

hipocótilo nas concentrações mais elevadas de manitol.

CONCLUSÕES

A redução do potencial osmótico do substrato promove o menor crescimento das plântulas de feijão. Dentre os genótipos utilizados, o BAF9 teve um melhor desempenho para os caracteres avaliados, demonstrando maior potencial adaptativo à deficiência hídrica, característica importante para os programas de melhoramento.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à UDESC e à FAPESC pela concessão de bolsa e apoio financeiro no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, E.M. et al. Efeito do estresse hídrico e salino na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, p.189-194, 1991.
- ÁVILA, M.R. et al. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, p.98-106, 2007.
- AZEVEDO NETO, A. D. et al. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Pelotas, v.16, p.31-38, 2004.
- BINOTTI, F.F.S. et al. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.30, p.247-254, 2008.
- BRAGA, L.F. et al. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, p.95-102, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BUCHANAN, B.B. et al. **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1408 p.
- COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. CONAB. **Safra de feijão total (1ª, 2ª e 3ª safra) – Série histórica de produtividade**. Brasília. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>>. Acesso em: 12 jul. 2010.
- CUSTÓDIO, C. et al. Estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de feijão submetidas a diferentes soluções osmóticas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.40, p.617-623, 2009.
- DANTAS, B. F. et al. Germinação, crescimento inicial e teor de proteína nos cotilédones de feijão em estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, p.106-110, 2007.
- DEBOUBA, M. et al. NaCl stress effects on enzymes involved in nitrogen assimilation pathway in tomato "*Lycopersicon esculentum*" seedlings. **Journal of Plant Physiology**, Frankfurt, v.163, p.1247-1258, 2006.
- EIRA, M.T.S.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento osmótico de sementes de alface. II. Desempenho sob estresses hídrico, salino e térmico. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.12, p.28-45, 1990.
- FAO. **CropProduction**. Disponível em : <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anchor>>. Acesso em: 26 set. 2010.
- FORTI, V.A. et al. Efeitos de potenciais hídricos do substrato e teores de água das sementes na germinação de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.31, p.63-70, 2009.
- KRON, A.P. et al. Water deficiency at different developmental stages of Glycine max can improve drought tolerance. **Bragantia**, Campinas, v.67, p.43-49, 2008.
- MACHADO NETO, N.B. Water stress induced by mannitol and sodium chloride in soybean cultivars. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.47, p.521-529, 2004.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MESQUITA, F.R. et al. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade protéica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, p.1114-1121,

2007.

MIGUEL, M.H.; CÍCERO, S.M. Teste de frio na avaliação do vigor de sementes de feijão. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, p. 1233-1243, 1999.

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

NEPOMUCENO, A.L. et al. Tolerância à seca em plantas. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v.23, p.12-18, 2001.

NUNES, A.S. et al. Fontes e níveis de salinidade na germinação de sementes de *Crotalaria juncea* L. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, p.753-757, 2009.

OLIVEIRA, M.A.J. et al. Fotossíntese, condutância estomática, e transpiração em pupunheira sob deficiência hídrica. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, p.59-63, 2002.

TRIGO, M.F.O.O.; TRIGO L.F.N. Osmocondicionamento de cebola (*Allium cepa* L.) com soluções aeradas de polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, p.145-150, 1999.