



ESTRESSE HÍDRICO EM FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.) TRATADO COM O PREPARADOS HOMOEPÁTICOS DE *Arnica montana*

Filipe Pereira Giardini Bonfim¹, Vicente Wagner Dias Casali², Eduardo Gomes de Mendonça³, Ernane Ronie Martins⁴.

1. Engenheiro Agrônomo. Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa, Bolsista Pós-doutorado CNPq/EPAMIG, Viçosa-MG – Brasil. (filipegiardini@yahoo.com.br).
2. Professor titular do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
3. Bioquímico. Doutorando em Bioquímica Agrícola, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG – Brasil.
4. Professor titular do Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Regional de Montes Claros, Montes Claros-MG – Brasil.

Recebido em: 04/05/2012 – Aprovado em: 15/06/2012 – Publicado em: 30/06/2012

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito do preparado homeopático *Arnica montana* em resposta ao estresse hídrico em feijoeiro. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, nas dependências do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, entre 1 de julho e 14 de setembro de 2010. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em pulverizações semanais de três dinamizações de *Arnica montana* (*Arnica montana* 6CH, *Arnica montana* 12CH e *Arnica montana* 30CH) e duas testemunhas etanol 70% e água destilada em plantas de feijoeiro submetidas a estresse hídrico. Por intermédio da análise de crescimento e teor de prolina constatou-se que *Arnica montana* 6CH promoveu auto-regulação das plantas de feijoeiro crescidas em condição de estresse.

PALAVRA CHAVE: homeopatia, desequilíbrio, estresse hídrico.

WATER STRESS IN BEAN PLANTS (*Phaseolus vulgaris* L.) TREATED WITH HOMEOPATHIC PREPARATIONS OF *Arnica montana*.

ABSTRACT

The experiment was carried out to study the effect of homeopathic preparations of *Arnica montana* on bean plants exposed to water stress. The experimental procedure was completely randomized design with four replications and five treatments. The treatments were: spray dynamizations of *Arnica montana* (*Arnica montana* 6CH, *Arnica montana* 12CH and 30CH) and two controls 70% ethanol and distilled water on bean plants under water stress. Through analysis of growth and proline content it was found that *Arnica montana* 6CH promoted self regulation of bean plants under stress condition.

KEYWORD: homeopathy, imbalance, water stress.

INTRODUÇÃO

Historicamente, o ser humano procura alternativas efetivas ao provimento de água de forma a superar os efeitos da deficiência hídrica em plantas (SANTOS *et al.*, 1998). No feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), importante olerícola, 93% dos cultivos em toda a América Latina é submetido à deficiência hídrica em determinado estágio da cultura, uma vez que nos países em desenvolvimento é realizada a agricultura de sequeiro por pequenos e médios agricultores (SINGH, 1995). A planta do feijoeiro é sensível ao estresse hídrico, pois a capacidade de recuperação é baixa e o sistema radicular pouco desenvolvido (GUIMARÃES, 1996). A desidratação celular, consequência da redução na absorção de água, inviabiliza os processos fisiológicos que comprometem os componentes do crescimento vegetal (PÁEZ *et al.*, 1995). A deficiência hídrica reduz a multiplicação e o alongamento celular, resultando em plantas menores, portanto, reduzindo a área foliar. A fase reprodutiva é a mais afetada, visto que há diminuição da área fotossinteticamente ativa ocasionando decréscimo na translocação de fotoassimilados às flores, causando baixa taxa de polinização e abscisão dos órgãos reprodutivos (KRAMER *et al.*, 1995).

O aminoácido prolina é conhecido por ocorrer com frequência em plantas superiores e, normalmente, por ser acumulado em grande quantidade em resposta ao estresse hídrico, sendo amplamente estudado em plantas submetidas a estresse abiótico (KUMAR *et al.*, 1998). Ocorre por distúrbios no metabolismo das proteínas e defende as plantas da desidratação e em condições de elevada acidez do solo (COSTA, 1999).

Visando o uso racional da água nas culturas é importante definir o momento de irrigar, a quantidade e as alternativas que minimizam os efeitos da deficiência hídrica em plantas. A Homeopatia está dentre essas tecnologias, pois está oficializada como insumo agrícola pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento, na Instrução Normativa nº 7, publicada no Diário Oficial da União o 19/05/1999. Agricultores de vários pontos do Brasil, e mesmo de outros países, como Inglaterra e Cuba, vem utilizando Homeopatia em plantas com resultados positivos em condições físicas e estressantes (ANDRADE, 2000).

Considerando-se agressivos os processos adaptativos impostos aos vegetais e traumáticas as reações de sobrevivência, os preparados homeopáticos compatíveis com esta condição podem ser úteis nos cultivos. Dessa forma, o experimento foi conduzido com intuito de caracterizar a resposta de *Arnica montana* à deficiência hídrica em feijoeiro, por intermédio da análise de crescimento e do teor de prolina.

MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento estatístico

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinco tratamentos, totalizando 20 parcelas experimentais, sendo cada parcela constituída de duas plantas por vaso. Os tratamentos consistiram na aplicação de três dinamizações do preparado homeopático *Arnica montana* (*Arnica montana* 6CH, *Arnica montana* 12CH e *Arnica montana* 30CH) e duas testemunhas Etanol 70% e água destilada, em plantas de feijoeiro submetidas a estresse hídrico.

Escolha dos tratamentos

Arnica montana, em três dinamizações (*Arnica montana* 6CH, *Arnica montana* 12CH, *Arnica montana* 30CH) foram escolhidos segundo indicações de quadros

vegetais de estresse abiótico (CASALI *et al.*, 2009).

Preparo dos insumos

Arnica montana 3CH foi adquirida em farmácia homeopática idônea, solução hidroalcoólica 70%. A partir destas foram preparadas as demais dinamizações (6CH, 12CH e 30CH), segundo técnicas oficiais da Farmacopéia Homeopática Brasileira e Manual de Normas técnicas para Farmácia Homeopática (FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA, 2003), no Laboratório de Homeopatia da Universidade Federal de Viçosa. O processo de succussão foi feito no dinamizador tipo “braço mecânico”, modelo DENISE 10-50 (AUTIC).

Aplicação dos tratamentos

No momento da aplicação dos tratamentos foi preparada a solução de um mL dos tratamentos por Litro de água destilada. Semanalmente, aplicaram-se 250mL da solução, em cada parcela, no solo, ao redor da planta, até o final do experimento.

Condução do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, nas dependências do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG (20° 45' S e 42° 52' O e 649 m de altitude), entre o período de 1 de julho e 14 de setembro de 2010. Em vasos de cinco litros com aproximadamente 4 g de substrato constituído de mistura de solo, areia e esterco curtido na proporção de 3:1:1, respectivamente, foram plantadas quatro sementes de *Phaseolus vulgaris* L. cultivar Carioquinha e no oitavo dia após o plantio foi realizado desbaste, deixando duas plântulas em cada vaso.

Na determinação da capacidade de campo foram utilizadas cinco amostras de 100g gramas do substrato utilizado, previamente seco à 105°C por 24 horas. Estas amostras foram saturadas com 250mL de água, medindo o volume de água não percolado após 24 horas. Em cada amostra foi quantificada a capacidade de campo. Este valor foi calculado em relação à quantidade de substrato utilizado nos vasos de cultivo e feito o ajuste a 50% da capacidade de campo. O controle da irrigação foi realizado pelo método gravimétrico, adicionando-se o volume de água até que a massa no vaso atinja o valor previamente determinado, considerando-se a massa do solo e da água. O monitoramento foi feito diariamente, a fim de manter as parcelas experimentais a 50% da capacidade de campo, em estresse hídrico.

Variáveis

As variáveis avaliadas foram número de folhas (NF), número de vagens (NV), número de flores (NFL), comprimento radicular (CR) em centímetros, comprimento da parte aérea (CPA) em centímetros, volume de raiz (VR) em mililitros e área foliar (AF) em milímetros quadrados, massa da parte aérea fresca (MPAF), massa da parte aérea seca (MPAS) em gramas, massa da raiz fresca (MRF) em gramas, massa da raiz seca (MRS) em gramas, massa de vagem fresca (MVF) em gramas, massa de vagem seca (MVS) em gramas e teor de prolina (PROL) em $\mu\text{g.g}^{-1}$ de planta fresca. A área foliar de cada unidade experimental foi determinada com o auxílio de integrador de área foliar (ΔT Área Mater MK2 - DELTA). A massa seca foi obtida em estufa com ventilação forçada a 45°C até atingir peso constante. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, no programa SAEG 9.0.

Determinação do teor de prolina

Foi utilizado o método descrito por TORELLO & RICE (1986) adaptado. Coletou-se 0,5g de folhas frescas dos tratamentos, que foram imediatamente congeladas em

nitrogênio líquido e estocadas a -80°C para análises subsequentes. Em gral de porcelana procedeu-se a maceração das amostras com nitrogênio líquido e logo após foram adicionados 10mL de ácido sulfosalicílico 3% e homogeneizado. Os extratos obtidos foram transferidos a tubos do tipo Falcon e submetidos à centrifugação a 6.500G (marca Beckman, modelo J2-MI) durante 20 minutos a 20°C . Aliquotas de 0,5mL de sobrenadante foram transferidas a tubos de ensaio e adicionados 0,5mL de ninhidrina ácida e 0,5mL de ácido acético glacial PA. A mistura de reação foi deixada por 25 minutos em banho fervente. Em seguida, foi feito o resfriamento em banho de gelo por cinco minutos e homogeneização em vortex. A intensidade da cor foi medida a 520nm, em espectrofotômetro (marca Spectrum, modelo SP 2000 UV). As absorbâncias obtidas foram ajustadas na equação da reta obtida pela curva de calibração feita com L-Prolina padrão e os resultados expressos em microgramas de prolina por grama de matéria fresca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de diferentes dinamizações de *Arnica montana* em plantas de feijoeiro sob estresse hídrico promoveram diferenças significativas em todas as variáveis avaliadas (Tabelas 1 e 2).

TABELA 1 – Resumo da análise de variância do número de folhas (NF), número de vagens (NV), número de flores (NFL), comprimento radicular (CR) em centímetros, comprimento da parte aérea (CPA) em centímetros, volume de raiz (VR) em mililitros e área foliar (AF) em milímetro quadrado, de plantas de

Fonte de Variação	Grau de Liberdade de	Quadrados médios						
		NF	NV	NFL	CR	CPA	VR	AF
Tratamentos	4	168,37**	22,92**	23,92**	163,77**	1967,79*	228,8**	133630,2*
Resíduos	15	12,19	3,68	3,43	12,43	45,18	29,06	8868,56
C.V (%)		16,70	38,77	84,22	10,54	18,06	29,62	36,96

feijoeiro sob estresse hídrico, tratadas com três dinamizações de *Arnica montana*.

** - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 2 – Resumo da análise de variância da massa da parte aérea fresca (MPAF) em gramas, massa da parte aérea seca (MPAS) em gramas, massa da raiz fresca (MRF) em gramas, massa da raiz seca (MRS) em gramas, massa de vagem fresca (MVF) em gramas, massa de vagem seca (MVS) em gramas e teor de prolina (PROL) em $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de planta fresca de plantas de feijoeiro sob estresse hídrico, tratadas com três dinamizações de *Arnica montana*.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrados médios						
		MPAF	MPAS	MRF	MRS	MVF	MVS	PROL
Tratamentos	4	360,68**	19,02**	130,89**	1,36**	72,67**	6,45**	2918,15**
Resíduos	15	7,99	1,73	6,38	0,24	5,57	1,29	219,9
C.V (%)		10,69	8,22	17,53	11,33	29,13	28,90	27,79

** - Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

O tratamento *Arnica montana* 6CH aumentou o número de folhas (NF), o número de vagens (NV) e o número de flores (NFL) das plantas, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 3). Em feijoeiro, os componentes de produtividade como número de folhas, número de vagens por planta, número de flores têm demonstrado relação com a produção de grãos/planta, e podem ser características importantes na seleção de plantas visando o aumento na produção de grãos (OLIVEIRA *et al.*, 2003). A redução da produção em plantas, com deficiência hídrica, ocorre devido à polinização deficiente ou pelo menor número de flores estabelecidas, em virtude da abscisão floral ou do aborto dos óvulos (KRAMER, 1995).

A tolerância à deficiência hídrica está relacionada com o desenvolvimento do sistema radicular, sobretudo quando as plantas são submetidas à seca (SUBBARAO *et al.*, 1995). O tratamento *Arnica montana* 6CH diferiu dos demais tratamentos com médias superiores nas variáveis referentes ao sistema radicular [comprimento radicular (CR), volume da raiz (VR), massa da raiz fresca (MRF) e massa da raiz seca (MRS)], evidenciando resposta positiva ao desequilíbrio originado da condição estressante (Tabela 3 e 4).

O processo de perda acentuada de água reduz a multiplicação e o alongamento celular, contribuindo na formação de plantas menores. A variável de crescimento altura de plantas é obtida ao medir a distância vertical da superfície do solo ao ponto de inserção da última folha (SÁ *et al.*, 1994). Em feijoeiro, cultivar Pérola e Carioquinha, foram observadas altura de planta de 70cm na safra das secas (SOUZA *et al.*, 2003), resultado semelhante encontrado no tratamento *Arnica montana* 6CH, na variável comprimento da parte aérea (CPA), podendo ser observado na tabela 3.

Na variável área foliar (AF), o tratamento *Arnica montana* 6CH promoveu incremento de 3,7 vezes quando comparada com as testemunhas água destilada e etanol 70% (Tabela 3). A permanência da área foliar por mais tempo em condições de sequeiro é vantajosa, pois a senescência foliar no período de enchimento das vagens causa aborto de vagens e conseqüentemente baixa produtividade do feijoeiro com estresse (GUIMARÃES *et al.*, 1996).

O estresse hídrico reduz a taxa de assimilação de CO₂, conseqüentemente influenciando de forma negativa a produção de fitomassa. A redução da fotossíntese pela redução da condutância estomática ocasionada pela redução da disponibilidade hídrica é o principal fator responsável pela menor massa total seca das plantas (PIMENTEL *et al.*, 1999).

Na variável massa da parte aérea seca (MPAS), os dados corroboram com encontrados na bibliografia (GRISA *et al.*, 2007), onde se verifica o efeito de três dinamizações de *Arnica montana* em plantas de alface, constatando melhor desempenho da potência 6CH, mantendo-se estatisticamente semelhante à 12CH, e diferindo do tratamento 30CH não diferindo estatisticamente dos tratamentos controle (Tabela 4). A massa de vagens frescas (MVF) e massa de vagens secas (MVS) seguiram os demais comportamentos, tendo *Arnica montana* 6CH superioridade nas médias (Tabela 4). Autores ao utilizarem solução de *Natrum muriaticum* em cultura padronizada de *Phaseolus vulgaris* L., verificaram aumento significativo do crescimento vegetal, sobretudo com relação à potência 6CH, que causou significativo aumento na taxa de crescimento relativo da população de feijão (LENSI *et al.*, 2010).

Quanto ao teor de prolina (PROL) observa-se que como resposta de auto-organização do feijoeiro à utilização dos preparados homeopáticos, o menor acúmulo

de prolina seria indicativo de menor estresse promovido pelo déficit hídrico (Tabela 4). Tal comportamento implica na alteração do potencial osmótico da célula, mecanismo utilizado ao evitar a perda de água para o meio ou levar ao acúmulo ou perda de metabólitos, o que pode auxiliar a planta a manter o turgor, sustentando, desta forma a alongação e expansão celular, prontamente visualizado em *Arnica montana* 6CH e *Arnica montana* 12CH .

Resultado semelhante foi encontrado por CARVALHO *et al.*, (2004) onde *Natrum muriaticum* 2CH causou incremento de 17% e o nosódio *Tanacetum* 2CH o incremento de 71,5% no teor de prolina, quando comparados com a testemunha, em plantas de *Tanacetum parthenium* não submetidas a estresse hídrico (90% capacidade de campo). Essas plantas quando submetidas a estresse hídrico (65% da capacidade de campo) e tratadas com os mesmos preparados homeopáticos houve redução no teor de prolina.

O menor acúmulo de prolina está diretamente relacionado com a capacidade da planta em responder positivamente ao estresse. A oxidação da prolina em folhas de cevada, segundo STEWART (1972), pode ter função reguladora, atuando em acordo com o controle de síntese, mantendo a prolina livre a baixos níveis em tecidos túrgidos. Em tecido desidratado ocorre, portanto, a inibição da oxidação da prolina de modo que haja o acúmulo. HANSON *et al.*, (1977) afirmam que o menor acúmulo de prolina, resultante da capacidade de manutenção de alto nível de água durante o estresse, poderia ser considerado fator de sobrevivência da planta.

TABELA 3 – Valores médios do número de folhas (NF), número de vagens (NV), número de flores (NFL), comprimento radicular (CR) em centímetros, comprimento da parte aérea (CPA) em centímetros, volume de raiz (VR) em mililitros e área foliar (AF) em milímetro quadrado, de plantas de feijoeiro sob estresse hídrico, tratadas com três dinamizações de *Arnica montana*.

TRATAMENTOS	NF	NV	NFL	CR	CPA	VR	AF
Água destilada	20,00 b	4,75 ab	1,0 b	24,43 c	25,62 b	11,00 b	156,7 b
Etanol 70%	13,75 b	1,75 b	0,5 b	32,63 b	19,62 b	15,00 b	156,4 b
<i>Arnica montana</i> 6CH	31,75 a	8,5 a	6,5 a	40,62 a	75,68 a	31,00 a	579,3 a
<i>Arnica montana</i> 12CH	21,50 b	5,00 ab	1,75 b	34,81 ab	33,12 b	17,00 b	210,4 b
<i>Arnica montana</i> 30CH	20,50 b	4,75 ab	1,25 b	34,68 ab	32,00 b	17,00 b	170,8 b

- As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 4 – Valores médios da massa fresca da parte aérea (MPAF) em gramas, massa seca da parte aérea (MPAS) em gramas, massa fresca da raiz (MRF) em gramas, massa seca da raiz (MRS) em gramas, massa fresca de vagem (MVF) em gramas, massa seca de vagem (MVS) em gramas e teor de prolina (PROL) em $\mu\text{g.g}^{-1}$ de planta fresca de plantas de feijoeiro sob estresse hídrico, tratadas com três dinamizações de *Arnica montana*.

TRATAMENTOS	MPAF	MPAS	MRF	MRS	MVF	MVS	PROL
Água destilada	19,78 b	14,78 b	10,02 b	3,80 b	7,09 b	3,79 ab	61,72 a
Etanol 70%	19,57 b	14,51 b	11,76 b	4,02 b	3,01 b	1,95 b	65,26 a
<i>Arnica montana</i> 6CH	42,41 a	19,76 a	24,35 a	5,33 a	14,85 a	5,47 a	23,11 b
<i>Arnica montana</i> 12CH	23,62 b	18,02 a	13,83 b	4,48 ab	7,85 b	4,25 ab	28,81 b
<i>Arnica montana</i> 30CH	23,58 b	14,90 b	12,08 b	4,37 ab	7,69 b	4,16 ab	87,84 a

- As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Arnica montana 6CH promoveu auto-regulação das plantas de feijoeiro em condição de déficit hídrico, podendo ser constatado pelos dados de crescimento e mecanismo de regulação, nas condições experimentais.

O medicamento homeopático *Arnica montana* 6CH é eficaz na manutenção fisiológica de plantas de feijoeiro em estresse hídrico.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F.M.C. **Homeopatia no crescimento e na produção de cumarina em chambá, *Justicia pectoralis* Jacq.** 2000. 214p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARVALHO, L. M.; CASALI, V. W. D.; LISBOA, S. P.; SOUZA, M. A. Efeito da homeopatia na recuperação de plantas de artemísia [*Tanacetum parthenicum* (L.) Schultz-Bip] submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.6, n.2, p.20-27, 2004.

CASALI, V.W.D.; ANDRADE, F.M.C.; DUARTE, E.S.M. **Acologia de Altas Diluições**, Viçosa: UFV. 2009. 537p.

COSTA, R.C.L. **Assimilação de nitrogênio e ajustamento osmótico em plantas noduladas de feijão-de-corda [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] submetidas ao estresse hídrico.** Tese de Doutorado. UFC/DBBM, março. 1999.

FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA. Agência Nacional de vigilância sanitária, ANVISA. 2003. **Resolução RDC 151**, de 17 de junho de 2003. Disponível em http://www.anvisa.gov.br/hotsite/farmacopeia/farmacopeia_homeopatica.htm. Acesso 22 de maio de 2010.

GUIMARÃES, C.M.; STONE, L.F.; BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. II. Produtividade e componentes agronômicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.7, p.481-488, 1996.

GRISA, S.; TOLEDO, M.V.; OLIVEIRA, L.C.; HOLZ, L.; MARINE, D. Crescimento e produtividade de alface sob diferentes potências do medicamento homeopático *Arnica montana*. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.2, n.2, p. 1050-1053, 2007.

HANSON, A. D.; NELSEN, C. E.; EVERSON, E. H. Evaluation of free proline accumulation as an index of drought resistance using two contrasting barley cultivars. **Crop Science**, v.17, n.5, p.720-726, 1977.

KRAMER, P.J.; BOYER, J.S. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic Press, 1995. 495p.

KUMAR, A.; SINGH, D.P. Use of physiological index as a screening technique for drought to tolerance in oilseed Brassica species. **Annals of Botany**, v.8, p.413-20, 1998.

LENSI, M.M.; SIQUEIRA, T.J.; SILVA, G.H. A pilot study of the influence of *Natrum muriaticum* 6CH and 30CH in a standardized culture of *Phaseolus vulgaris* L. **International Journal of High Dilution Research**, v.9, n.30, p.43-50, 2010.

OLIVEIRA, F.J.; ANUNCIÇÃO FILHO, C.J.; BASTOS, G.Q.; REIS, O.V.; TEÓFILO, E.M. Caracteres agronômicos aplicados na seleção de cultivares de Caupi. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n.1, p.5-11, 2003.

PÁEZ, A.; GONZÁLES, M.E.; YRAUSQUÍN, O.X., et al. Water stress and clipping management effects on guineagrass: I. Growth and biomass allocation. **Agronomy Journal**, v.87, p.698-706, 1995.

PIMENTEL, C.; HÉBERT, G. Potencial fotossintético e condutância estomática em espécies de feijão caupi sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.11, p.7-11, 1999.

SÁ, M.; RAMALHO, M.A.O.; SOBRINHO, F.S. Comunicação: morfológicos e fisiológicos de cultivares moderna e antigas de milho. **Ciência e Agrotecnologia**. v.26, n.5, p.1082-1091, 1994.

SANTOS, R.F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processo morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p.287-294, 1998.

SOUZA, A.B.; ANDRADE, M.J.B.; MUNIZ, J.A. Altura de planta e componentes de rendimento do feijoeiro em função de população de plantas, adubação e calagem. **Ciência Agrotécnica**, v.27, n.6, p.1205-1213, 2003.

SINGH, S.P. Selection for water-stress tolerance in interracial populations of common bean. **Crop Science**, Madison, v.35, p.118-124, 1995.

STEWART, C. R. The effect of wilting on proline metabolism in excised bean leaves in the dark. **Plant Physiology**, v.51, p.508-511, 1972.

SUBBARAO, G.V.; JOHANSEN, A.C.; SLINKARD, R.C.; RAO, N.; SAXENA, N.P.; CHAUHAN, Y.S. Strategies for improving drought resistance in grain legumes. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.14, p.469-523, 1995.

TORELLO, W.A.; RICE, L.A. Effects of NaCl stress on proline and cation accumulation in salt sensitive and tolerant turfgrasses. **Plant and Soil**, v.93, p.241-247, 1986.