

SUPRESSÃO DE ÁGUA EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)

Thomas José Justo Miorini¹, João Carlos Cury Saad², Marcella Leite Menegale³

¹Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, e-mail: tjmiorini@fca.unesp.br; ²Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, e-mail: joaosaad@fca.unesp.br; ³Departamento de Produção Vegetal/ Ciências do Solo, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, e-mail: mlcmenegale@fca.unesp.br.

1 RESUMO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura de grande expressão no cenário econômico e social do Brasil. A hipótese do trabalho é de que a supressão do fornecimento de água em alguma ou algumas fases do desenvolvimento do feijoeiro irrigado pode resultar em redução de produtividade de, no máximo, 20%, permitindo economia de água. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da supressão de água em uma das fases fenológicas (emergência, vegetativa, floração, enchimento de grãos, maturação), em comparação com a irrigação em nenhuma e em todas as fases, utilizando como indicadores os componentes da produção do feijão do grupo Carioca, cultivar IAC Alvorada. O trabalho foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP/Botucatu. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo sete tratamentos e quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste t a 5% de probabilidade. Uma chuva de 58 mm após o plantio auxiliou na emergência uniforme dos tratamentos. Os componentes de produção foram afetados nos tratamentos em que houve supressão da irrigação na Fase Vegetativa e na Floração. Os tratamentos onde a supressão da irrigação ocorreu na Maturação e na Emergência sofreram redução de produtividade de menos de 20%, corroborando a hipótese.

Palavras-chave: ausência de irrigação, componentes de produção, fases fenológicas.

MIORINI, T. J. J.; SAAD, J. C. C.; MENEGALE, M. L.

**WATER SUPPRESSION IN DIFFERENT PHENOLOGICAL STAGES OF BEAN
(*Phaseolus vulgaris* L.)**

2 ABSTRACT

Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is widespread in the Brazilian social and economic scene. The hypothesis is that if the water supply is suppressed in just one of the five development stages of irrigated beans, it can result in yield reduction lower than 20%, allowing water economy. The objective of this study was to compare the performance of bean Carioca group IAC Alvorada yield components, with irrigation suppression in each of the five phenological phases (emergence, vegetative, flowering, grain filling and maturation) and no irrigation and irrigated in all stages. The study was conducted at Agronomical Sciences College, UNESP, Botucatu, SP, Brazil. The statistical design was the randomized block with seven treatments

and four replications. Data were subjected to analysis of variance and “t” test at 5% probability. A rainfall event (58 mm) after planting allowed the successful emergence of seedling beans in plots where water would not be applied. The yield components were higher affect when there was irrigation’s suppression at Vegetative phase and at Flowering phase. The treatments where occurred irrigation suppression at Maturation and at Emergence showed yield reduction of less than 20%, proving the hypothesis.

Keywords: yield components, irrigation deficit, phenological phases

3 INTRODUÇÃO

Um dos fatores mais limitantes para a produção de alimentos no mundo é a escassez de água (Begg and Turner, 1976). Aproximadamente 60% do feijão é produzido em áreas propensas à deficiência hídrica, onde os custos com irrigação ou a ausência de chuvas são as maiores dificuldades dos produtores (Graham and Ranali, 1997). O uso racional da irrigação, portanto, se faz necessário para acompanhar o crescimento populacional (Postel et al., 2001).

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) tem grande expressão no cenário econômico e social do Brasil, pois além de ser alimento básico da população brasileira, ajuda na renda do pequeno e médio produtor rural. A instabilidade climática afeta a cultura em quase todas as regiões produtoras do país, com períodos de excessos e de deficiência hídrica. Tal situação de instabilidade gera, então, grande oscilação na produção nacional de feijão, cultura sensível à deficiência hídrica. O emprego da irrigação em regiões onde a distribuição das chuvas ocorre de forma irregular é tido como essencial para manutenção da cultura (Guimarães et al., 1996).

A maioria das culturas possui períodos críticos quando submetidas a situações de deficiência hídrica, durante os quais a falta de água pode levar a alterações no desenvolvimento das plantas, resultando, dessa forma, em redução da produtividade final. Os prejuízos causados dependem da duração e severidade do estresse, e também do estágio de desenvolvimento em que a planta se encontra (Folegatti et al., 1997). O feijoeiro é classificado como planta sensível, tanto em situações de falta quanto de excesso de água no solo (Silveira & Stone, 2004).

Uma vez que as culturas irrigadas têm grande consumo de água no processo produtivo, é muito oportuno identificar quais os estádios de desenvolvimento com maior dependência hídrica, visando definir uma estratégia de economia e otimização da água utilizada com pequeno impacto na produtividade, por exemplo, nas fases em que o fornecimento de água tem pouco impacto na produção, pode-se reduzir a lâmina aplicada, gerando economia sem comprometer a produtividade.

Para o feijoeiro, não se tem bem definida a consequência na produtividade decorrente da supressão do fornecimento de água em cada uma das fases ou em combinações de fases ao longo do ciclo.

A hipótese do trabalho foi de que a supressão do fornecimento de água em alguma fase do desenvolvimento do feijoeiro irrigado pode resultar em redução de produtividade de, no máximo, 20%, permitindo economia de água. Desta forma, o objetivo da pesquisa foi avaliar a influência da supressão de água em uma das fases fenológicas (emergência, vegetativa, floração, enchimento de grãos, maturação), em comparação com a irrigação em nenhuma e em todas as fases, utilizando como indicadores os componentes da produção do feijão do grupo Carioca, cultivar IAC Alvorada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido na Fazenda Experimental Lageado / Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), UNESP, câmpus de Botucatu, no período de julho a outubro de 2010.

Antes da implantação do experimento foram determinadas as características físico-químicas do solo. As análises foram realizadas no Laboratório de Relação Solo-Planta do Departamento de Agricultura da UNESP-FCA e os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos físico-químicos do solo experimental determinadas pelo Laboratório de Relação Solo-Planta do Departamento de Agricultura da UNESP-FCA. Botucatu-SP

pH	M.O. CaCl ₂	P _{resina} Mg.dm ⁻³	H+Al -----mmol _c	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	B	Cu	Mn	Zn
	g.dm ⁻³		-----	dm ⁻³							-----	-----	-----
4,7	34	26	50	2	19	11	32	80	38	0,2	14	29	3,1
	Areia			Silte				Argila					Textura do solo
	365			-----g.dm ⁻³ -----				215					Argilosa

Os tratamentos foram baseados na supressão da água em uma das cinco fases fenológicas do feijoeiro (emergência, fase vegetativa, florescimento, enchimento de grãos e maturação), comparadas com a ausência de irrigação em todas as fases e a irrigação em todas as fases (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos mostrando em qual fase fenológica ocorreu supressão da irrigação

TRATAMENTO	Emergência	Vegetativa	Floração	Enchimento	Maturação
T1					
T2	■	■	■	■	■
T3		■	■	■	■
T4	■		■	■	■
T5	■	■		■	■
T6	■	■	■		■
T7	■	■	■	■	

■ : irrigação

□ : sem irrigação

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições, sendo cada parcela de 2,0 m x 4,5 m.

As irrigações foram realizadas com o intuito de elevar a umidade do solo à condição de capacidade de campo, tendo como base os dados obtidos a partir de leituras realizadas em Tanque Classe A.

Utilizou-se o método de irrigação por gotejamento, tendo sempre o cuidado de irrigar totalmente a área plantada de cada parcela. A mangueira gotejadora utilizada possuía 20 cm de espaçamento e vazão de 1,43 L.h⁻¹ na carga hidráulica de 7 mca. O sistema era constituído por registros, filtro de discos e manômetro para regular a pressão de entrada de água. O turno de irrigação era fixo, a cada dois dias, e a quantidade de água a ser repostada era calculada pelo método do tanque Classe A, conforme as equações:

$$ET_{\text{feijão}} = Eto \cdot Kc \quad (1)$$

$$Eto = K_p \cdot ECA \quad (2)$$

$$K_p = 0,482 + 0,024 \ln(B) - 0,000376(U) + 0,0045(UR) \quad (3)$$

em que,

Eto – evapotranspiração de referência, em mm.d^{-1}

ECA – evaporação da água observada no Tanque Classe A

B – distância (tamanho) da área de bordadura (m)

U – velocidade média do vento a 2 m de altura

UR – a umidade relativa média diária

A Tabela 3 mostra o valor de Kc utilizado, tomando-se como base os dados obtidos por Bizari et al., 2009.

Tabela 3. Valor de Kc retirado do trabalho de Bizari et al., 2009

DAE	Kc
12 a 35	0,79
36 a 56	1,18
57 a 70	1,24
71 a 79	1,15

As precipitações ocorridas ao longo do ciclo da cultura foram correspondentes a 58 mm na fase de emergência (o que auxiliou na emergência das plântulas), 0 mm na fase vegetativa, 8 mm no florescimento da cultura, 78,7 mm no enchimento de grãos e 11,2 mm na maturação. Durante a execução do experimento, as lâminas de água utilizadas em cada fase foram: 17 mm na emergência, 148,16 mm na fase vegetativa, 87,6 mm na floração, 16,1 mm no enchimento de grãos e 13,2 mm na maturação. Os dados de Precipitação e Temperatura mínima durante o ciclo da cultura são apresentados na Figura 1. Verifica-se que a temperatura mínima ficou boa parte do ciclo abaixo de 15°C , chegando até próximo de 5°C , o que seguramente afetou o desenvolvimento do feijoeiro, em todos os tratamentos.

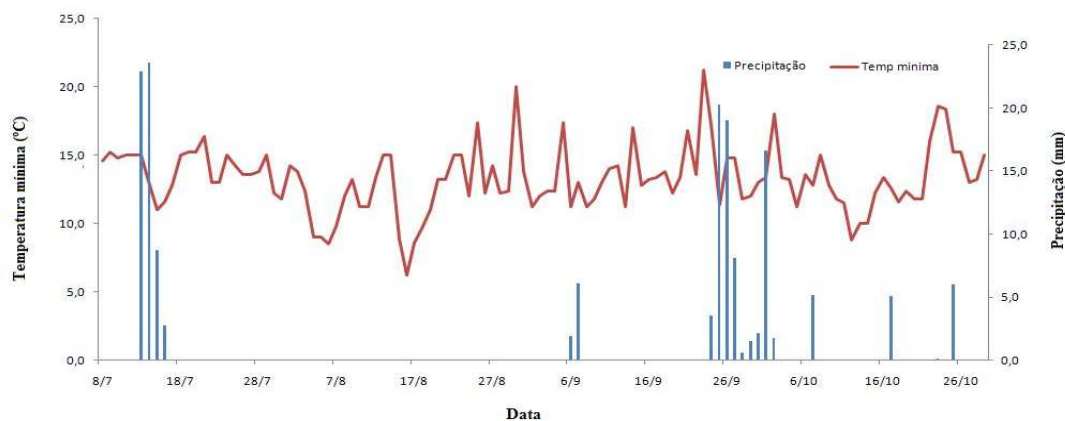


Figura 1. Temperatura mínima e precipitação durante o ciclo da cultura.

As variáveis avaliadas foram: número médio de vagens por planta, tamanho médio de vagens, número médio de grãos por vagem e produtividade relativa.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo comparadas pelo teste t, a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra o número médio de vagens (NMV) por planta na supressão de irrigação em uma das fases, comparada com a irrigação em todas as fases e em nenhuma das fases.

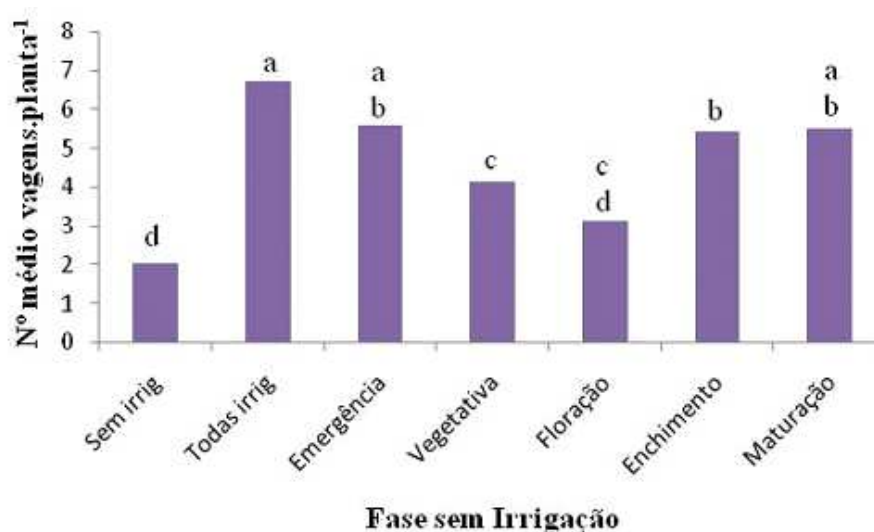


Figura 2. Número médio de vagens por planta na ausência de irrigação em uma das fases, comparada com a irrigação em todas as fases e em nenhuma das fases. Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste t a 5% de probabilidade

Observa-se que NMV caiu de aproximadamente 7 (irrigação em todas as fases) para aproximadamente 2 (na ausência total de irrigação), mostrando ser afetado pela falta de água. Assim como cita Nascimento et al. (2004), o NMV foi o componente de produção mais afetado pelos níveis de déficit hídrico impostos pelos tratamentos. Segundo Leite et al. (2000), tal comportamento pode ser explicado como sendo um dos mecanismos de resistência à seca utilizados por esta planta, no sentido de buscar melhores condições para superar a falta de água, produzindo menor quantidade de vagens. Miranda e Belmar (1977) e Stone *et al.* (1988) também observaram redução no número de vagens por planta em feijoeiros submetidos à deficiência hídrica.

Os resultados de NMV obtidos nos tratamentos em que houve supressão da irrigação nas fases de emergência e maturação não diferiram estatisticamente dos resultados obtidos quando a irrigação foi realizada em todas as fases. A ausência de irrigação no enchimento de grãos não diferiu com supressão da irrigação na Emergência e na Maturação. Guimarães (1988) cita que se o déficit ocorrer durante o enchimento de grãos, a formação de sementes será prejudicada e ocorrerá redução de seu peso.

Os tratamentos mais afetados pela falta de água foram aqueles em que a supressão de água ocorreu durante a fase Vegetativa ou na fase de Florescimento, não sendo tais tratamentos, entretanto, diferentes entre si. De acordo com Karamanos *et al.* (1982), a ocorrência de estresse hídrico durante a fase vegetativa inicial leva à redução do crescimento e da superfície fotossintética, ocorrendo menor número de flores, de vagens por planta e de grãos por vagens. Durante a fase do desenvolvimento do feijoeiro, o déficit hídrico apresentou efeito indireto no rendimento de grãos, pela redução da área foliar das plantas.

A variável NVP (número de vagens por planta) foi fortemente afetada pela supressão de água durante a fase de Floração, não se mostrando diferente do tratamento com ausência de água em todas as fases. De acordo com Guimarães (1988), se o déficit ocorrer durante a floração, há indução de abortamento e queda das flores, com redução do número de vagens por planta.

A Figura 3 mostra o tamanho das vagens (cm) na supressão de irrigação em uma das fases, comparada com a irrigação em todas as fases e em nenhuma das fases.

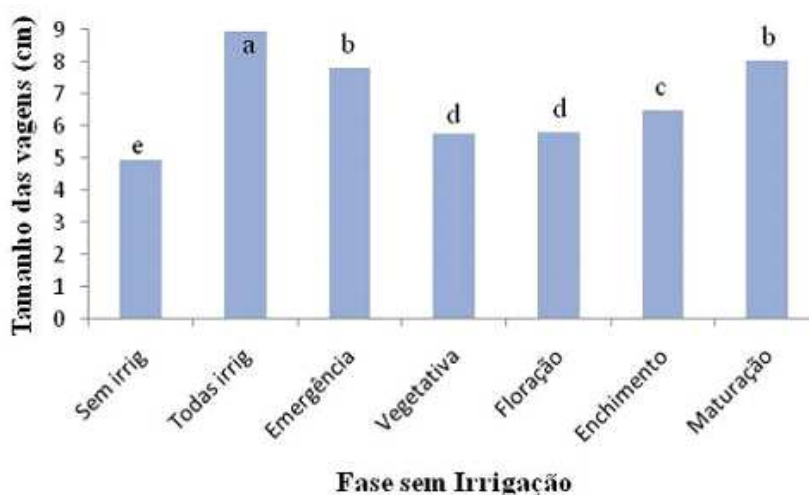


Figura 3. Tamanho médio das vagens (cm) na ausência de irrigação em uma das fases, comparada com a irrigação em todas as fases e em nenhuma das fases. Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste t a 5% de probabilidade

A supressão de água em qualquer fase do feijoeiro prejudica o tamanho das vagens. Tal fato pode ser constatado pelo fato de todos os tratamentos diferirem e do tratamento em que houve irrigação em todas as fases. O menor tamanho de vagens foi observado no tratamento sem nenhuma irrigação.

O tamanho das vagens seguiu a mesma tendência do NVP, sendo que a supressão de água na Emergência e na Maturação não diferiu a 5% de probabilidade e foram maiores que a supressão nas outras fases. A ausência de irrigação na fase Vegetativa e na Floração não diferiu estatisticamente, mas os valores foram menores que no tratamento com supressão de água no Enchimento de Grãos. Isso comprova que mais uma vez os tratamentos com supressão de água na fase Vegetativa e na fase de Floração foram os mais afetados na variável tamanho de vagens.

A Figura 4 mostra o número médio de grãos por vagem na supressão de irrigação em uma das fases, em comparação com a irrigação em todas as fases e em nenhuma das fases.

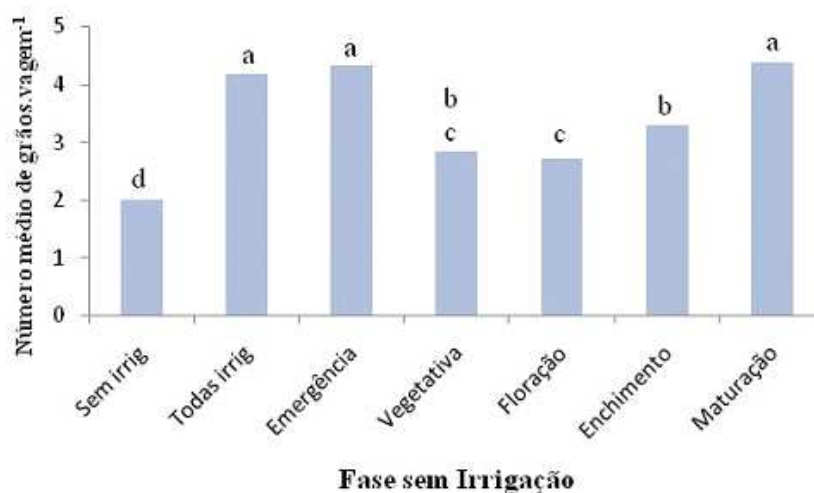


Figura 4. Número médio de grãos por vagem na ausência de irrigação em uma das fases, comparada com a irrigação em todas as fases e em nenhuma das fases. Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste t a 5% de probabilidade

O número médio de grãos por vagem (NGV) não diferiu estatisticamente a 5% de probabilidade dos tratamentos onde a supressão de água ocorreu na Emergência e na Maturação.

A ausência de irrigação durante o Enchimento de Grãos diferiu da irrigação em todas as fases, mas o NVG foi maior que nos tratamentos com supressão na Fase Vegetativa e na Floração. De acordo com Guimarães (1988), a formação de sementes será prejudicada caso o déficit ocorra no Enchimento de grãos.

Os tratamentos com supressão de água na Fase Vegetativa e Floração foram os mais afetados na variável NGV.

A produtividade relativa é demonstrada na Figura 5. A maior produtividade (923 kg ha⁻¹) foi utilizada como referência para os outros tratamentos, ou seja, a irrigação em todas as fases foi considerada como referência, já que foi a maior produtividade.

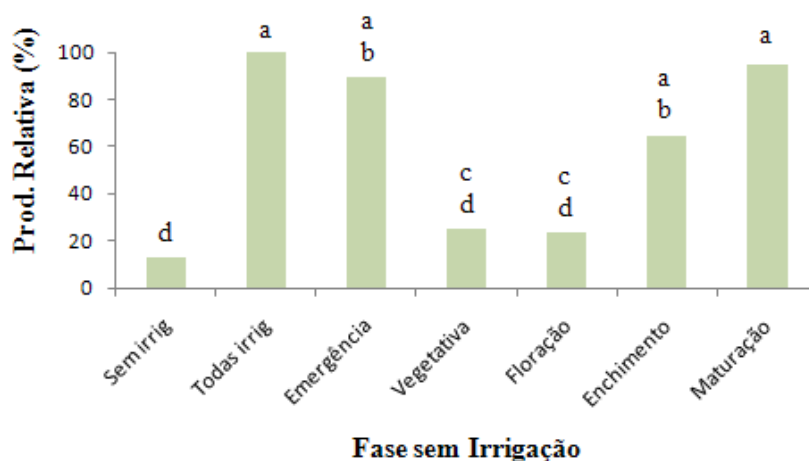


Figura 5. Produtividade Relativa (%) na ausência de irrigação em uma das fases, comparada com a irrigação em todas as fases e em nenhuma das fases. Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste t a 5% de probabilidade

Percebe-se pelo gráfico que a irrigação em todas as fases não diferiu dos tratamentos em que ocorreu supressão da irrigação na Emergência, no Enchimento de grãos e na Maturação. Além disso, nota-se diminuição da produtividade de 10,1%, 35,8 e 5,4% nos tratamentos onde ocorreu supressão da irrigação na Emergência, Enchimento e Maturação, respectivamente. As supressões de irrigação na Emergência e na Maturação comprovam a hipótese de que supressão do fornecimento de água em alguma fase do feijoeiro pode resultar em redução de produtividade de menos de 20%. Apesar da supressão da irrigação no Enchimento de Grãos não ter diferido a 5% de probabilidade da irrigação em todas as fases, a hipótese não foi comprovada com este tratamento.

Assim como nas outras variáveis, os tratamentos mais afetados no tocante à produtividade foram: supressão da irrigação na Fase Vegetativa e supressão da irrigação na Floração. Estes dois tratamentos não diferiram da supressão de irrigação em todas as fases.

Com relação à irrigação em todas as fases, a supressão da irrigação na fase Vegetativa reduziu a produtividade em 75,1%. Guimarães (1988) cita que o déficit hídrico na fase vegetativa do desenvolvimento do feijoeiro, tem efeito indireto no rendimento de grãos, pela redução da área foliar das plantas.

Quando a supressão da irrigação ocorreu na Floração, a produtividade do feijoeiro reduziu em 76,2% quando comparado com a irrigação em todas as fases. Guimarães (1988) menciona também que o déficit hídrico durante a floração, provoca abortamento e queda das flores, com redução do número de vagens e conseqüentemente no rendimento de grãos.

6 CONCLUSÕES

A supressão de irrigação na Emergência e a supressão na maturação reduziram a produtividade em 10,1% e 5,4%, respectivamente, quando comparadas com a irrigação em todas as fases, comprovando a hipótese de que a supressão de água em uma fase pode reduzir a produtividade em menos de 20%.

Os tratamentos em que a supressão ocorreu ou na fase Vegetativa ou na fase de Floração foram os mais afetados em todas as variáveis analisadas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEGG, J. E., TURNER, N. C. Crop water deficits. **Adv. Agron.** 28, 161–217. 1976.

BEZERRA, F.M.L.; ARARIPE, M.A.E.; TEÓFILO, E.M.; CORDEIRO, L.G.; SANTOS, J.J.A. Feijão caupi e déficit hídrico em suas fases fenológicas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n.1, 2003.

FOLEGATTI, M.V.; PAZ, V.P.S.; PEREIRA, A.S.; LIBARDI, V.C.M. Efeito de diferentes níveis de irrigação e de déficit hídrico na produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*). In: CONGRESSO CHILENO DE ENGENIERIA AGRÍCOLA, 2., 1997, Chillán. **Disquete**. Chillán, 1997.

GRAHAM, H. P. & RANALLI, P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris L.*). **Field Crops Res.** 53:131-146.

GUIMARÃES, C.M. Efeitos fisiológicos do estresse hídrico. In: ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p. 157-174.

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

KARAMANOS, A.J.; ELSTON, J.; WADSWORTH, R.M. Water stress and leaf growth of field beans (*Vicia faba*, L.) in the field: water potentials and laminar expansion. **Annals of Botany**, v.49, n.6, p.815-826, 1982.

LEITE, M.L.; RODRIGUES, J.D.; VIRGENS FILHO, J.S. Efeitos do déficit hídrico sobre a cultura do caupi, cv. EMAPA-821. III - Produção. **Revista de Agricultura**. Piracicaba, v.75, n.1, p.9-20, 2000.

MIRANDA, N.O.; BELMAR, N.C. Déficit hídrico y frecuencia de riego en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agricultura Técnica**, v.37, n.3, p.111-117, 1977.

NASCIMENTO, J. T.; PEDROSA, M.B.; SOBRINHO, J.T. Efeição da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção do feijão caupi, vagens e grãos verdes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.174-177, abril-junho 2004.

POSTEL, S. L.; POLAK, P.; GONZALES, F.; KELLER, J. Drip irrigation for small farmers - A new initiative to alleviate hunger and poverty. **Water Int.** 26, 3-13, 2001.

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. Irrigação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 223, p. 74-82, 2004.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, S.C. Efeitos da tensão da água do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro. I. Produtividade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.161-167, 1988.