

INFLUÊNCIA DA SUPRESSÃO DA IRRIGAÇÃO EM ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DO FEIJOEIRO CV. CARIOCA COMUM

INFLUENCE OF SUPPRESSION OF THE IRRIGATION IN STAGES OF GROWTH OF BEAN CV. CARIOCA COMUM

Marliana Araújo de SOUSA¹; Maria Dolores Barbosa LIMA²

1. Engenheira Agrônoma, Mestre em Produção Vegetal pela Universidade de Rio Verde – FESURV. marliana@ibest.com.br;

2. Professora, Doutora, FESURV - Fazenda Fontes do Saber, Rio Verde, GO, Brasil.

RESUMO: Experimento de campo foi conduzido durante o inverno de 2006, no setor de Olericultura da Universidade de Rio Verde/GO com a cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), utilizando-se a cultivar Carioca comum, objetivando avaliar o desempenho do feijoeiro com o estabelecimento de períodos de supressão da irrigação em estádios do ciclo vital (vegetativo, pré-floração, plena floração, enchimento de vagens e final ou maturação). Os tratamentos foram dispostos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Avaliou-se a produtividade (Kg ha^{-1}), índice de área foliar ($\text{m}^2 \text{m}^{-2}$), altura das plantas (cm), número de vagens por planta, número de grãos por vagem, diâmetro do caule (mm), densidade do comprimento radicular de (0 a 10) cm e (10 a 20) cm. A supressão da irrigação nos estádios de desenvolvimento do feijoeiro interferiu significativamente de modo negativo em todas as variáveis analisadas. Houve aumento na densidade do comprimento radicular de 10 a 20 cm sob estresse hídrico. O diâmetro do caule não foi influenciado pelas épocas de supressão da irrigação. A maior densidade do comprimento radicular foi encontrado sob profundidade de coleta de 0 a 10 cm.

PALAVRAS - CHAVE: Raízes. Déficit hídrico. Aspersão convencional.

INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das mais importantes culturas do país. Além, de ser um alimento altamente protéico, rico em ferro e carboidratos, juntamente com o arroz, faz parte da dieta alimentar da maioria dos brasileiros. A preferência nacional pelo grão é também devido ao seu baixo custo para o consumo.

Nos países menos desenvolvidos, o feijoeiro é cultivado, sobretudo por pequenos e médios produtores, os quais não fazem o uso de irrigação, e por isso, em mais de 60% dos seus cultivos observa-se deficiência hídrica em algum estágio da cultura (SINGH, 1995). Pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de avaliar a sensibilidade da cultura do feijão ao estresse hídrico em função do seu estágio de desenvolvimento. Para Fageria et al., (1991), a fase da planta mais sensível à deficiência de água é a reprodutiva, sendo altamente vulnerável desde o início da floração até o início da formação das vagens.

A produtividade é mais afetada quando o estresse hídrico ocorre de 5 a 10 dias antes da antese, podendo haver uma diminuição superior a 50% no rendimento (NORMAN et al., 1995). Esse efeito é causado principalmente pela baixa taxa de polinização e pelo aborto de óvulos, que causam abscisão dos órgãos reprodutivos, resultante do decréscimo na translocação de fotoassimilados das folhas para as flores (KRAMER; BOYER, 1995).

Vários trabalhos têm sido conduzidos relacionando déficit hídrico e produção para várias culturas, entre eles, Oliveira (1987) avaliou o déficit hídrico na cultura do feijoeiro em casa-de-vegetação concluindo que o déficit hídrico nas fases de crescimento, floração e de frutificação causou redução de 31,2%; 10,8% e 51,8% na produção de grãos, respectivamente.

Com a expansão celular reduzida, ocorre diminuição da fonte (folhas) e, conseqüentemente, dos fotossintatos disponíveis para translocação em direção aos grãos, resultando numa diminuição no tamanho da demanda. Caso o déficit hídrico ocorra após a expansão foliar, haverá diminuição da competição entre folhas e frutos pelos fotossintatos, sendo a demanda prejudicada somente pela menor disponibilidade destes, ou seja, pela diminuição na taxa fotossintética (CONFALONE et al., 1998).

O estresse hídrico desenvolve-se na planta quando a taxa de transpiração excede a taxa de absorção e o transporte de água na planta (BERKOWITZ, 1998).

Considerando-se os órgãos da planta, as raízes são as menos estudadas, entendidas e as menos apreciadas, pelo fato de não poderem ser vistas e, ainda, pelas dificuldades para o seu estudo (HUGHES et al., 1992). São elas, contudo, que além de servirem como suporte da planta, atuam como a principal “boca”, absorvendo e translocando água e nutrientes, e também sintetizando carboidratos, por

isto, devem receber especial atenção por parte dos pesquisadores.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da cultivar de feijão Carioca comum submetida à supressão da irrigação em seus estádios de desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de junho a setembro de 2006, na Fazenda Fontes do Saber, setor de Olericultura, da Fesurv – Universidade de Rio Verde no Campus Universitário da Universidade de Rio Verde –

Fesurv, situada no município de Rio Verde – GO, cujas coordenadas geográficas são: 17° 47' 53'' latitude (S); longitude (W) – 51° 55' 53'', com altitude média de 748m. O clima é classificado conforme Köppen do tipo Aw (tropical), relevo suave ondulado (8% de declividade), em solo classificado como Latossolo Vermelho distroférrico de textura argilosa (EMBRAPA, 1999). As amostras para determinação da análise de solo foram retiradas sob profundidade de 0 a 20 cm. As análises química e textural foram realizadas conforme metodologia proposta pela EMBRAPA (1997) e se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química e textural do solo na profundidade de 0-20 cm

pH	Ca	K	Mg	Al	H+Al	K	P(Mellich)	M.O.	Argila	Silte	Areia
CaCl ₂ 0,01M	cmolc dm ⁻³						mg dm ⁻³	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹		
4,7	1,59	0,28	0,68	0,2	5	108	3,25	26,36	50	9	42

A cultura anterior ao feijoeiro foi a cultura do milho. A área do experimento foi gradeada, arada e nivelada.

A correção do solo foi realizada no dia 01/05/2006 com o intuito de se elevar a saturação por bases a 60%, empregando-se o calcário dolomítico filler, com poder de neutralização de 94,48% e PRNT 74,82%, equivalente a 1500 kg ha⁻¹.

Os sulcos foram confeccionados utilizando-se enxada, controlando a profundidade com o auxílio de uma trena (5 cm de profundidade). A adubação no plantio foi de 420 kg ha⁻¹ de MAP e 40 kg ha⁻¹ de KCl realizada manualmente, e adubação de cobertura de 40 kg ha⁻¹ de uréia aos 25 dias após a emergência. O plantio do feijão foi realizado no dia 07/06/2006 com a cultivar Carioca comum. As sementes foram distribuídas equidistantemente na linha de semeadura, de forma manual, nas proporções adequadas para a obtenção da população desejada 311.111 plantas ha⁻¹, sob profundidade de deposição a 5 cm.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos (níveis de supressão da irrigação) e quatro repetições, cada parcela se constituía de uma unidade experimental representando os estádios de desenvolvimento para supressão da irrigação (vegetativo, pré-floração, plena floração, enchimento de grãos, testemunha ou maturação). Eram compostas por 04 (quatro) fileiras de 3,5 metros de comprimento cada, sendo a parcela útil constituída pelas duas fileiras centrais (2,0 m x 0,90 m). O espaçamento entre as linhas de semeadura foi

de 0,45m e o número médio de plantas por metro linear foi de 15, sendo que ao 8º dia após a emergência realizou-se a contagem tendo stand final correspondente a 14 plantas por metro. A área de cada parcela foi de 6,3 m².

As sementes foram tratadas com o princípio ativo Thiamethoxan, 4 mL kg⁻¹ de semente de feijão. A mistura foi realizada manualmente, tendo sido gasto 30ml para área total, com objetivo de controlar a mosca-branca nos estádios iniciais de desenvolvimento do feijoeiro.

O sistema de irrigação adotado foi o de aspersão convencional. A lâmina aplicada foi determinada pela evaporação diária medida através do tanque de evaporação “Classe A” localizado na estação meteorológica da Universidade de Rio Verde, distante 100m do experimento, a fim de repor a água perdida pela planta por evapotranspiração, usando o coeficiente de cultura (Kc) segundo a fase de desenvolvimento da cultura e, valores da umidade relativa do ar e velocidade do vento no local (TABELA 2).

A irrigação era realizada quando o somatório da evapotranspiração da cultura aproximava-se de 16,4 mm, segundo a necessidade da cultura, avaliada pela curva característica de umidade do solo da área. Os coeficientes de cultura (Kc) usados no manejo da irrigação para as fases de desenvolvimento: germinação – folhas primárias (V0/V2 = 0,3-0,4); primeira folha trifoliada – terceira folha trifoliada (V3 /V4=0,70 – 0,80); pré-floração – formação de vagens (R5/R7=1,05 – 1,20); enchimento de grãos (R8=0,65 – 0,75) e

maturação ($R9=0,25 - 0,30$), foram propostos por Doorenbos; Kassam (1979).

Tabela 2. Dados climatológicos obtidos através da estação meteorológica da Universidade de Rio Verde durante o período de julho a setembro de 2006

Meses	T.ar. (°C)	U.R. (%)	Precipitação (mm)	E.C.A (mm)
Julho	23,06	52,3	14,3	226,70
Agosto	24,77	45,0	23,0	259,20
Setembro*	22,33	53,0	2,4	21,10

T.ar - temperatura média do ar; U.R. - Umidade relativa do ar; E.C.A. – Evaporação do tanque “Classe A”; *Dados coletados até dia 10/09/2006.

A curva de retenção de água no solo, foi procedente de amostras do solo da área, saturadas com água por 24 horas e em seguida submetidas a diferentes potenciais mátricos (Ψ) em painéis de pressão de Richards, conforme metodologia da Embrapa (1997), resultando para tensões de 6, 10, 33, 60, 100 e 1500 KPa, os seguintes teores de água, em %: 26, 24, 21, 20, 18,5 e 16.

A supressão da irrigação foi realizada nas seguintes datas em função do número de DAE: Fase vegetativa (06/07/2006); Pré-floração (18/07/2006); Plena floração (07/08/2006); Enchimento de grãos (17/08/2006); Maturação ou Testemunha (05/09/2006). A maturação correspondeu a testemunha tendo sido irrigada durante todo o ciclo.

Na parte aérea foram analisados: a produtividade de grãos (kg ha^{-1}), número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos (g), altura das plantas (cm), diâmetro do caule (mm) e índice de área foliar.

Na parte subterrânea foi analisada a densidade do comprimento radicular (cm cm^{-3}) sob duas profundidades de coleta (0 a 10) e (10 a 20) cm.

As plantas dentro das parcelas úteis foram escolhidas aleatoriamente num total de quatro plantas/ parcela.

A massa de 100 grãos foi determinada utilizando-se uma balança analítica de 0,01 g de precisão, e a produtividade (kg ha^{-1}), foi obtida em função do peso da parcela útil. A correção da produtividade foi feita para um grau de umidade de 13%, conforme metodologia citada por Bezerra (1992).

O número de vagens/planta e o número de grãos/vagem foram obtidos através de contagens três dias antes da realização da colheita.

O diâmetro do caule foi determinado a um cm do nível do solo com o auxílio de um paquímetro quatro dias antes de se realizar a colheita.

A altura da planta foi medida a partir do nível do solo adotando-se como base para medição, o meristema apical das plantas, utilizando-se uma trena quatro dias antes da colheita.

Para a determinação da área foliar colheram-se três plantas por subparcela com três repetições. O índice de área foliar foi obtido pela multiplicação da área foliar média de uma planta com auxílio do programa Quant root v.1.0, em m^2 , pelo número de plantas por m^2 sete dias antes da colheita (STONE; MOREIRA, 2001). A determinação do índice de área foliar ($\text{m}^2 \text{m}^{-2}$) teve como propósito avaliar a capacidade de retenção foliar das cultivares sob as duas profundidades de incorporação do adubo para as diferentes épocas de supressão da irrigação.

As amostras para determinação do comprimento radicular foram retiradas dois dias antes de se realizar a colheita em duas profundidades (0 a 10 e 10 a 20 cm) representadas por uma amostra por profundidade em cada parcela, a um cm de distância do caule do feijoeiro.

Foram retiradas utilizando-se um anel com volume de $290,47 \text{ cm}^3$. As amostras retiradas foram colocadas individualmente sobre uma peneira com malha de 10 mm, onde receberam jatos de água de torneira, a fim de separar o solo das raízes. Concluído o processo de lavagem, as raízes foram escaneadas e com o auxílio do programa Quant root v.1,0 (adaptado de Amaral, 2002), obteve-se o comprimento das raízes. Para a obtenção da densidade do comprimento radicular dividiu-se o comprimento radicular pelo volume do anel utilizado para retirar as amostras.

A colheita foi realizada manualmente, em 10/09/2006, totalizando um ciclo de 93 dias. As diferenças entre as médias foram avaliadas por meio do teste estatístico de Tukey à 5% de probabilidade, utilizando-se o pacote estatístico Statistical Analysis Systems (1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta os resultados médios de produtividade do feijoeiro e revela diferença estatística entre os tratamentos, indicando que a supressão de irrigação foi prejudicial conforme o estágio de desenvolvimento da planta, sendo maior para a ausência de irrigação no estágio vegetativo. Karamanos et al. (1982), afirmam que a ocorrência de déficit hídrico durante a fase inicial de

desenvolvimento da cultura provoca uma redução do crescimento e da superfície fotossintética, ocorrendo, conseqüentemente, menor número de flores, de vagens por planta e de sementes por vagem evidenciando redução da produção. Estudo conduzido por Freire (1990) com feijão-vagem também encontrou maiores reduções na produtividade quando o déficit hídrico que foi aplicado no estágio de crescimento foi comparado ao déficit ocorrido na fase de frutificação.

Tabela 3. Produtividade, índice de área foliar (I.A.F.), número de vagens por planta (N.V.P.) e número de grãos por vagem (N.G.V.) da cultivar Carioca comum em relação aos estádios de desenvolvimento em que a irrigação foi suprimida

Estádios	Produtividade (Kg ha ⁻¹)	I.A.F. (m ² m ⁻²)	N.V.P	N.G.V.
Vegetativo	1036,11 d	0,88 a	6,83 c	3,00 b
Pré-floração	1638,89 c	0,72 a	14,00 b	5,56 a
Plen.floração	1666,67 c	0,35 b	13,56 b	6,12 a
Enc. de grãos	3861,11 b	0,32 b	19,62 a	6,56 a
Maturação	5310,06 a	0,69 a	20,87 a	6,75 a

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A supressão de irrigação nos estádios de pré-floração e plena floração não diferiram estatisticamente. Isto pode ser explicado pela maior competição por assimilados entre as estruturas reprodutivas. A produção foi melhor para a supressão de irrigação na fase de maturação. O mesmo foi observado por Araújo e Ferreira (1997), em experimento com déficit hídrico durante estádios de desenvolvimento do amendoim também obtiveram redução na produtividade. Resultados semelhantes também foram encontrados por Carvalho et al., (2000), avaliando o efeito do déficit hídrico sobre o rendimento do feijão caupi, evidenciaram redução na fase de crescimento de 81,48%; 67,82 % na pré-floração; 66,92% em plena floração; de 28,14% na fase de enchimento de grãos, em relação à fase de maturação.

Entretanto, Pereira et al. (1998) encontraram quedas de 36,8%, 31,3% e 50,6% na produção de grãos de feijão cv. Carioca - MG para déficit hídrico nas fases de crescimento, floração e frutificação.

A redução na produtividade nos estádios de floração e enchimento de grãos é justificada, pois, o estresse hídrico durante o período de floração e formação de vagens ocasiona o abortamento de flores e vagens jovens, conforme foi verificado por Hostalácio e Válio (1984).

O comportamento de retenção foliar nos estádios de desenvolvimento do feijoeiro em que a irrigação foi suprimida: vegetativo, pré-floração e maturação foram semelhantes (Tabela 3). A maior

retenção foliar principalmente quando a supressão ocorreu no estágio vegetativo, provavelmente deve-se ao fato de que o déficit hídrico ocasionou mudanças na partição dos carboidratos no interior da planta, condicionando-as a desenvolverem mecanismos de adaptação e resistência (SANTOS; CARLESSO, 1998). Estes resultados corroboram com aqueles obtidos por Carlesso (1993), com a cultura do milho, onde o mesmo concluiu que a senescência comparada com a alongação das folhas, tem sido apresentada como um processo menos sensível ao déficit hídrico durante o crescimento vegetativo.

A maior duração da área foliar em condições de sequeiro é vantajosa, pois a senescência foliar no período de enchimento das vagens é uma das principais causas do aborto de vagens e conseqüente baixa produtividade do feijoeiro sob estresse (GUIMARÃES, 1996). Gomes et al., (2000) avaliando acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grãos em quatro cultivares (Xodó, Carioca, Negro Argel e A320) irrigado e sob sequeiro, concluíram que a cultivar Negro Argel, apresentou maior retenção foliar e rendimento de grãos sendo estes indicativos de maior tolerância à seca. Em contrapartida a cultivar Carioca foi a cultivar que apresentou maior sensibilidade ao estresse hídrico.

Os componentes de rendimento do feijoeiro: número de vagens por planta e número de grãos por vagem, tiveram como estágio mais sensível à supressão da irrigação o vegetativo, ou seja,

ocorreram as maiores reduções (Tabela 3). De acordo com Santos e Carlesso (1998), a limitação de água no solo durante o período de pré-floroscimento, afeta o desenvolvimento das estruturas vegetativas das plantas, reduzindo a capacidade de produção de fitomassa pela cultura. Resultados semelhantes foram encontrados por Stone e Moreira (2001), com o trabalho sobre resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura sob diferentes lâminas de irrigação com a cultivar Aporé concluíram que a resposta do número de vagens por planta e o número de grãos por vagem é maior, caso a planta sofra um estresse hídrico de pequena intensidade na fase vegetativa. Weaver et al. (1984) também observaram redução nesses componentes de rendimento em condições de deficiência hídrica. Loureiro et al. (1990) verificaram que o rendimento de grãos e o número de vagens por planta do feijoeiro podem ser afetados pelo regime da irrigação. De acordo com Jordan (1983), o déficit hídrico pode afetar a utilização de carboidratos, por alterar basicamente, a eficiência com que os fotoassimilados são convertidos para o desenvolvimento de novas partes na planta.

A densidade do comprimento radicular (DCR1) avaliada na profundidade do solo de 0 a 10 cm revelou aumento na densidade do comprimento radicular, em função da época de supressão da irrigação: quanto mais tempo foi mantida a irrigação, maior o desenvolvimento do sistema radicular do feijoeiro (Tabela 4). Percebe-se, no entanto, que para a densidade do comprimento radicular (DCR2) da camada de solo entre 10 a 20 cm, as épocas de supressão da irrigação nos períodos: vegetativo, pré-floração e plena floração, apresentaram maior desenvolvimento do que as demais épocas de supressão da irrigação, revelando

o aumento de raízes no perfil solo sob estresse hídrico. Isto demonstra que o déficit hídrico estimula a expansão do sistema radicular para zonas mais profundas e úmidas do perfil do solo. Para Santos e Carlesso (1998), durante o desenvolvimento das plantas, a densidade e o comprimento de raízes aumentam até o início da floração das plantas, decrescendo posteriormente, com diminuição na absorção de água, porém cultivares com crescimento indeterminado continuam a desenvolver seu sistema radicular após o florescimento, o que contribui na resistência frente a um déficit hídrico.

Comparando-se as médias de densidade do sistema radicular nas duas profundidades de amostragens (0 a 10 cm) e (10 a 20 cm) pela Tabela 4, observam-se resultados inferiores para amostras retiradas de (10 a 20) cm de profundidade, independente do estágio de supressão da irrigação, comprovando que a cultura do feijoeiro possui a maior parte do seu sistema radicular superficialmente. Embora em condições muito favoráveis as raízes do feijoeiro possam alcançar mais de um metro de profundidade, Inforzato e Miyasaka (1963) citam que a maior porcentagem das raízes está localizada próxima à superfície do solo (mais de 95% das raízes até a profundidade de 20 cm), com profundidade máxima de 90 cm. Com o uso de irrigação, a distribuição parece se modificar, com 62% nos primeiros 10 cm e o restante até 70 cm de profundidade (INFORZATO et al., 1964). Andrade e Ramalho (1995) relatam que, em geral, 75 a 87% das raízes situam-se até a profundidade de 20 cm e também caracterizam o feijoeiro como uma espécie muito sensível à falta de água no solo.

Tabela 4. Densidade do comprimento radicular (D.C.R.1) de (0 a 10) cm, densidade do comprimento radicular (D.C.R.2) de (10 a 20) cm, altura da planta e diâmetro do caule da cultivar Carioca comum em relação aos estádios de desenvolvimento em que a irrigação foi suprimida

Estádios	D.C.R.1 (cm cm ⁻³)	D.C.R.2 (cm cm ⁻³)	Altura da planta (cm)	Diâmetro do caule (mm)
Vegetativo	),45 c	),39b	43,75 b	5,43 a
Pré-floração	),74 bc	),49ab	39,47 b	4,87 a
Plen.floração	1,04 b	),61a	59,81 a	5,29 a
Enc. de grãos	1,71 a	),20c	64,75 a	5,40 a
Maturação	1,55 a	),24c	72,50 a	5,43 a

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em experimento conduzido por Guimarães et al., (2006) avaliando a adaptação do feijoeiro comum à seca, com duas cultivares (Carioca e RAB 96), concluíram que a cultivar Carioca possui melhor capacidade de recuperação hídrica, sendo,

portanto melhor adaptada à seca. Esses autores também observaram que a cultivar apresentou maior quantidade relativa do sistema radicular da superfície aos 120 cm de profundidade.

A altura das plantas do feijoeiro foi influenciada negativamente apresentando menores médias nas fases vegetativa e pré-floração pela supressão da irrigação (Tabela 4). Trabalho conduzido por Fancelli e Dourado Neto (2000) avaliando altura de plantas, concluíram que, tanto o crescimento quanto o desenvolvimento e a translocação de fotoassimilados, encontram-se ligados à disponibilidade hídrica do solo. Estes resultados corroboram com os obtidos por Correia e Nogueira (2004), onde os autores evidenciaram o mesmo comportamento na cultura do amendoim. Neste estudo com supressão da irrigação em estádios de desenvolvimento da cultura, concluíram que os efeitos provocados pela supressão nos estádios iniciais reduziram seu crescimento sem, contudo, paralisá-lo. No processo de fotossíntese, a falta d'água influencia na deposição de matéria seca, limitando a disponibilidade de CO₂ e os processos de alongação celular (EMBRAPA, 1993).

O diâmetro do caule não foi influenciado pela supressão da irrigação nos estádios fenológicos de desenvolvimento das plantas de feijão (Tabela 4).

CONCLUSÕES

A supressão da irrigação nos estádios de desenvolvimento do feijoeiro interfere de modo negativo nos componentes de rendimento.

O déficit hídrico no estágio vegetativo promove maior redução da produtividade. Houve aumento na densidade do comprimento radicular de 10 a 20 cm sob estresse hídrico.

O diâmetro do caule não foi influenciado pelas épocas de supressão da irrigação.

A maior densidade do comprimento radicular foi encontrada sob profundidade de coleta de 0 a 10 cm.

ABSTRACT: The field experiment was conducted during the winter of 2006, in the sector of Olericulture of the University of Rio Verde/ GO with the bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.) using the cultivar of Carioca comum, aiming at evaluating the development of bean cultivar with the establishment of the periods of irrigation suppression in the different stages of vital cycle (vegetative, first flowering, full flowering, developing seed pods and Full maturity). The treatments was established as randomized blocks by chance, with five treatments, in four repetitions. The productivity (kg ha⁻¹), index of leaf area (m² m⁻²), height of the plants (cm), number of greenbeans per plant, number of grains per greenbeans, density of the radicular length of 10 cm and 20 cm. The suppression of the irrigation in different development stages of the bean plant significantly interfered in a negative way in all the analysed varieties. There was an increase in the density of root length from 10 to 20 cm under water stress. The stem diameter presents the similar behavior for the periods of irrigation suppression. The highest density of root length was found on a deep collection of 0 to 10 cm.

KEYWORDS: Roots. Water deficit. Conventional spraying.

REFERÊNCIAS

AMARAL, J. F. T. **Eficiência de produção de raízes, absorção, translocação e utilização de nutrientes em cultivares de café arábica**. 2002. 97 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

ANDRADE, M. J. B.; RAMALHO, M. P. A. Cultura do feijoeiro. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Curso de atualização técnica dos engenheiros agrônomos do Banco do Brasil: módulo sudeste**. Sete Lagoas, 1995, 97 f.

ARAÚJO, W. F.; FERREIRA, L. G. R. Efeito do deficit hídrico durante diferentes estádios do amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 5, p. 481-484, 1997.

BERKOWITZ, G. A. Water and salt stress. In: RAGHAVENDRA, A. S., (ed.) **Photosynthesis: a comprehensive treatise**. Cambridge: CAMBRIDGE UNIVERSITY, p. 226-237, 1998.

BEZERRA, A. M. E. **Produtividade e qualidade das sementes de feijão de corda em diferentes colheitas**. 1992, 103f. Dissertação. (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1992.

CARLESSO, R. **Influence of soil water deficits on maize growth and leaf area adjustments**. East Lansing: Michigan State University. Ph.D, Thesis, 1993.

CARVALHO, J. A.; PEREIRA, G. M.; ANDRADE, M. J. B.; ROQUE, M. W. Efeito do déficit hídrico sobre o rendimento do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 3, p. 710-717, 2000.

CONFALONE, A., COSTA, L., PEREIRA, C. R. Crescimento e captura de luz em soja sob estresse hídrico, **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 165-169, 1998.

CORREIA, K. G.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hipogaea* L.) submetido à déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 4, n. 2, 2004.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. (Irrigation and Drainage Paper, 33), Roma: FAO, 193p. 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Brasília: EMBRAPA/Milho, 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa/ CNPS, 1999.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, cap.1. p. 21-53, 2000.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. Common bean and cowpea. In: _____ (Eds.). **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York: M. Dekker, p. 280-318, 1991.

FREIRE, A. L. D. O. **Efeitos do déficit hídrico sobre alguns aspectos biofísicos, bioquímicos e no desenvolvimento do feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1990, 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1990.

GOMES, A. A.; ARAÚJO, A. P., ROSSIELO, R. O. P.; PIMENTEL, C. Acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grãos em cultivares de feijoeiro irrigado e sob sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 1927-1937, out. 2000.

GUIMARÃES, C. M. Relações hídricas. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Ed). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, p. 139, 1996.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca II. Produtividade e componentes agrônômicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 7, p. 481-488, 2006.

HOSTALACIO, S.; VALIO, I. F. M. Desenvolvimento dos frutos de feijão em diferentes regimes de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 53, 1984.

HUGHES, D. F.; JOLLEY, V. D.; BROWN, J. C. Role of potassium in the iron-stress response mechanism of iron- efficient oat. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 56, p. 830-835, 1992.

INFORZATO, R.; MIYASAKA, S. Sistema radicular do feijoeiro em dois tipos de solo do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 22, n. 38, p. 447 - 481, 1963.

INFORZATO, R., GUIMARÃES, G.; BORGONOV, M. Desenvolvimento do sistema radicular do arroz e do feijoeiro em duas séries de solo do Vale do Paraíba. **Bragantia**, Campinas, v. 23, n. 30, p. 365-369, 1964.

JORDAN, W. R. Whole plant response to water deficits: An overview. In TAYLOR, H. M., JORDAN, W. R., SINCLAIR, T. R. **Limitations to efficient water use in crop production**, Madison: ASA, CSSA, and SSA, p. 289-317, 1983.

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 lamina expansion. **Annals of Botany**, v. 49, n. 6, p. 815-826, 1982.

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

LOUREIRO, B. T.; MACHADO, P. B.; DENÍCULI, W.; FERREIRA, P. A. Efeito de diferentes lâminas de H₂O sobre a produtividade do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 37, p. 215-226, 1990.

NORMAN, M. J. T.; PEARSON, C. J.; SEARLE, P. G. E. **The ecology of tropical food crops**. 2. ed. Cambridge, Grã-Bretanha: University Press, 1995. 430p.

OLIVEIRA, M. S. de **Efeito do déficit hídrico aplicado em diferentes fases do ciclo fenológico do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). cv. Eriparsa**. Lavras: ESAL, 1987. 60 p. (Dissertação. Mestrado em Fitotecnia).

PEREIRA, G.M.; CARVALHO, J.A.; RODRIGUES, L.S.; DOBASHI, A.M. Efeito de diferentes níveis de déficit hídrico aplicados em três fases do ciclo fenológico do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.) cv. Carioca-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas, **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, p.187-189.

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

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

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE INC. **SAS System for linear models**. Third Edition, Cary, NC: SAS Institute Inc, 1991. 329p.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, 2001.

WEAVER, M. L.; NG, H.; BURKE, D. W.; SILBERNAGEL, N. J.; FOSTER, K.; TIMM, H. Effect of soil moisture tension on post retention and seed yield of bean. **Horticultural Science**, Geneva, v. 19, p. 567-572, 1984.