

INFLUÊNCIA DA FERTIRRIGAÇÃO NO RENDIMENTO DE GRÃOS E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO FEIJOEIRO COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.) CV. CARIOCA¹

Antônio Martinez de Carvalho²

Antônio Marciano da Silva³

Ênio Fernandes da Costa⁴

Lairson Couto⁴

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido no período de março a junho de 1990, em um Latossolo Vermelho-Escuro Álico, textura argilosa, fase cerrado, de relevo suave ondulado, no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, em Sete Lagoas, MG, com o objetivo de se verificar a influência da fertirrigação, sobre os componentes de produção do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Carioca. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos constaram da combinação de quatro lâminas de água localizadas nas parcelas, e de quatro formas de parcelamento de nitrogênio em cobertura nas subparcelas de 12 x 12 m com área útil de 36 m². As lâminas aplicadas em cada irrigação por sistema de aspersão convencional foram de 18, 24, 30 e 36 mm, resultantes do uso dos coeficientes 0,6, 0,8, 1,0 e 1,2 sobre 30 mm de evaporação acumulada no Tanque "Classe A" (ECA), que foi o critério adotado como indicador do momento de irrigar. As lâminas totais aplicadas em todo o ciclo, incluindo as precipitações, foram de L₁ = 272, L₂ = 320; L₃ = 368 e L₄ = 416 mm. Fez-se a aplicação de nitrogênio em cobertura via fertirrigação, utilizando-se aplicador portátil e, como fonte de nitrogênio, o fertilizante uréia, cujas doses e formas de parcelamento (kg de N/ha) foram: P₁ - sem aplicação de N, P₂ - 90 na pré-floração, P₃ - 45 na pré-floração e 45 na floração plena e P₄ - 30 na pré-floração, 30 na floração plena e 30 no enchimento de grãos. Pela análise dos resultados obtidos, conclui-se que: a aplicação de água afetou o rendimento de grãos segundo uma relação funcional quadrática, em todas as formas de parcelamento de nitrogênio em cobertura, via fertirrigação, sendo que o máximo rendimento estimado (2112 kg/ha) correspondeu ao parcelamento P₃, para uma lâmina total estimada de 360,35 mm. Pela análise dos resultados obtidos, concluiu-se que: o peso médio de 100 sementes variou com a aplicação de lâminas de água segundo uma relação funcional quadrática, sendo que o máximo observado (21,7 g) correspondeu ao parcelamento P₃, para uma lâmina total estimada de 363 mm.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Fertirrigação, parcelamento de nitrogênio, irrigação.

INTRODUÇÃO

Dentre os diversos insumos necessários à produção da cultura do feijoeiro, a água e os fertilizantes destacam-se, com maior frequência, na determinação do rendimento de grãos. A água, segundo DOOREMBOS & PRUIT (1977) e MUIRHEAD & WHITE (1981), é um fator de suma importância nos diferentes estádios fenológicos do feijoeiro, cuja exigência hídrica total varia de 250 a 500 mm, com a máxima

exigência ocorrendo da floração ao enchimento de grãos

O consumo de água pelo feijoeiro tem sido objeto de estudo por vários pesquisadores. GARRIDO & TEIXEIRA (1978), em trabalhos conduzidos no norte e sul de Minas Gerais, encontraram para o feijoeiro consumos médios de água de 4,17 e 3,34 mm/dia, respectivamente. STEINMETZ (1984) e ENCARNAÇÃO (1979), em Goiânia, encontraram, respectivamente, consumos médios de 4,3 e 4,5 mm/dia.

Dentre os nutrientes fornecidos à cultura, o nitrogênio tem recebido maior atenção devido à

1 Parte da dissertação apresentada à ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS (ESAL), pelo primeiro autor, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia na área de Fitotecnia.

2 Engenheiro Agrônomo, MS. Técnico de Irrigação - EMATER - MG.

3 Professor do Departamento de Engenharia da ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS - LAVRAS - MG.

4 Pesquisadores do CNPMS/EMBRAPA - SETE LAGOAS - MG.

sua participação no desenvolvimento vegetativo, baixa retenção nos colóides do solo e facilidade de lixiviação, recomendando-se a aplicação fracionada do fertilizante nitrogenado para reposição do nutriente à solução do solo (MALAVOLTA, 1980).

A pesquisa tem demonstrado que o nitrogênio é o elemento mais absorvido pela cultura do feijoeiro, sendo a quase totalidade da absorção até 60 dias após a emergência com máxima absorção no intervalo de 20-30 dias, isto é, próximo do florescimento (GALLO & MYIASAKA, 1961).

O parcelamento do nitrogênio tem sido estudado por vários pesquisadores. MEIRELLES et alii (1980) encontraram melhores resultados com aplicação de 50% da dose no plantio e 50% da dose no período de 15 a 29 dias após a emergência, enquanto ARAYA et alii (1981) encontraram melhor resposta aplicando 1/3 da dose na semeadura e o restante dos 30 aos 45 dias após a germinação. Com relação ao nível de nitrogênio, SILVA (1978) encontrou resposta eficiente na dosagem de 80 kg/ha, enquanto FRIZZONE (1986), analisando sob o ponto de vista econômico, encontrou um nível ótimo de 90 kg/ha, em três parcelamentos.

Em uma série de trabalhos, onde se estudou a interação de lâmina d'água e parcelamento de nitrogênio, a lâmina, 90 kg de N/ha e 300 a 350 mm de água demonstraram melhor resposta (AZEVEDO, 1984; STEINMETZ, 1984 e FRIZZONE, 1986). No entanto, observa-se inexistência de trabalhos relacionados a lâminas d'água e parcelamento de nitrogênio via água de irrigação no feijoeiro, o que se traduz em vasto campo de trabalho a ser desenvolvido com a cultura.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a influência da fertirrigação no rendimento de grãos e componentes de produção do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) CV. Carioca.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em um Latossolo Vermelho-Escuro Alico, textura argilosa, fase cerrado de relevo suave ondulado, no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, Município de Sete Lagoas, MG, que tem como coordenadas geográficas 19°28'00" de latitude sul e 44°15'08" W. Grw., e uma altitude média de 732 m.

O clima da região, segundo classificação de Koeppen, é do tipo Aw, ou seja, clima de savana de inverno seco. Segundo dados climatológicos coletados na estação principal do CNPMS, no decorrer de 1931 a 1980 (AVELAR, 1982), a temperatura média anual é de 22,1°C, com amplitude de variação anual em torno de 5 C. Mesmo registrando uma precipitação média anual elevada (1340 mm), os períodos chuvosos, e secos são bem definidos, com ocorrência de maiores precipitações em dezembro (305 mm) e menores em agosto (6,3 mm).

A partir de amostras coletadas até a profundidade de 60 cm, determinaram-se as características físicas e químicas do solo da área experimental com quatro repetições, segundo metodologia descrita em EMBRAPA (1979) Tabelas 1 e 2).

Utilizou-se o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), cv. Carioca, devido à sua aceitação e resposta em condições de agricultura irrigada.

O plantio foi realizado em 14/03/90 por plantadeira de tração mecânica no espaçamento

TABELA 1. Características físicas do Latossolo Vermelho-Escuro Alico, textura argilosa, fase cerrado, Sete Lagoas, MG, 1990.

Profundidade (cm)	Densidade global (g/cm ³)	Densidade de partículas (g/cm ³)	Porosidade total (cm ³ /cm ³)	Composição granulométrica				Classe textural
				Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	
0-20	0,94	2,47	0,597	5,80	5,30	25,75	63,15	M. argiloso
20-40	1,02	2,47	0,546	5,30	4,00	10,50	80,20	M. argiloso
40-60	1,00	2,49	0,542	5,50	4,00	8,75	8,75	M. argiloso

TABELA 2. Características químicas do Latossolo Vermelho-Escuro Alico, textura argilosa, fase cerrado. Sete Lagoas, MG, 1990.

Profundidade (cm)	pH em água	Al	Ca	Mg	K	P	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Matéria orgânica (%)
		Eq. mg/100 g				(ppm)	%				
0-20	5,90	0,10	6,46	1,50	0,16	22,00	25,80	28,60	9,35	0,25	4,20
20-40	5,20	1,30	0,68	0,27	0,04	8,00	24,12	30,30	9,43	0,21	3,40

de 0,5 m entre linhas e com 18 sementes por metro linear, objetivando uma densidade de 15 plantas por metro, ou seja, 300.000 plantas por hectare. A adubação de plantio empregada correspondeu a 10 Kg de N, 80 Kg de P_2O_5 , 60 Kg de K_2O e 2 Kg de zinco por hectare.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, segundo o esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições. Os tratamentos constaram da combinação de quatro lâminas de irrigação, que constituíram as parcelas de 12 x 48 m e de quatro formas de parcelamento de nitrogênio em cobertura, constituindo as subparcelas de 12 x 12 m, com área útil de 36 m².

Estabeleceu-se um valor de 30 mm de Evaporação Acumulada do Tanque Classe A (ECA) como indicador do momento de se irrigar. Sobre este valor aplicaram-se os coeficientes 0,6, 0,8, 1,0 e 1,2 para se determinarem as lâminas de água correspondentes a cada irrigação (18, 24, 30 e 36 mm).

Com relação ao nitrogênio foram empregados os seguintes tratamentos: P₁ = sem nitrogênio em cobertura; P₂ = 90 Kg N/ha na pré-floração; P₃ = 45 kg N/ha na pré-floração e 45 kg N/ha na floração plena e P₄ = 30 kg N/ha na pré-floração, 30 kg N/ha na floração plena e 30 kg N/ha no enchimento de grãos.

Como fonte de nitrogênio foi empregado o fertilizante uréia, o qual foi aplicado em cobertura, com auxílio de aplicador portátil de produtos químicos desenvolvido por COSTA & BRITO (1988). Para realizar a fertirrigação limitou-se a 90° o ângulo de giro dos aspersores, com o objetivo de fertirrigação limitou-se a 90° o ângulo de giro dos aspersores, com objetivo de fertirrigar individualmente cada subparcela.

No feijoeiro foram determinados a duração dos estádios fenológicos, o rendimento de grãos e seus componentes (número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso médio de 100 sementes). Com relação ao manejo da irrigação determinaram-se a precipitação pluviométrica e as lâminas efetivamente aplicadas na irrigação.

A colheita foi realizada manualmente em 12/06/90, quando a cultura atingiu 90 dias de ciclo, procedendo-se à apuração do peso dos grãos com correção da umidade para 13%, expressando-se a produtividade em kg/ha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

• Manejo de irrigação

Na Tabela 3 encontram-se os dados das principais variáveis climáticas e as lâminas de água efetivamente aplicadas à cultura durante o

TABELA 3. Variáveis climáticas médias durante o ciclo da cultura, por intervalo de irrigação. Lâminas de água coletadas por parcela e ECA. Sete Lagoas, MG, 1990.

Período	Datas	Temperatura média °C	Umidade relativa (%)	Precipitação		Lâm. irrig. (mm)				Intervalo de irrigação (dias)
				mm	mm	L1	L2	L3	L4	
0-21	14/03-04/04	24,90	75	99,0	118	18	24	30	36	21
22-27	05/04-10/04	25,70	71	4,0	27	18,5	25	31	37	6
28-35	11/04-18/04	24,50	70	2,0	38	18	24	30	36	8
36-41	19/04-24/04	19,20	66	-	30	16,5	23	31	35	6
42-56	25/04-09/05	22,40	71	10,0	62	18	24	30	36	15
57-62	10/05-15/05	21,10	76	8,0	28	19,5	27	29	38	6
63-69	16/05-22/05	18,60	68	5,0	29	18	24	30	36	7
70-76	23/05-29/05	20,20	69	-	33	17,5	23	29	34	7
77-90	30/05-12/06	20,20	74	-	50	-	-	-	-	-
Totais	-	-	-	128,00	415,00	144	192	240	288	-
Lâmina total	-	-	-	-	-	272	320	368	416	-
Lâmina total/ECA	-	-	-	-	-	0,65	0,67	0,88	1,01	-

ciclo. Observou-se uma precipitação total de 128 mm, 77% dos quais concentrados nos primeiros 21 dias após a semeadura, e uma Evaporação Acumulada no tanque "Classe A" (ECA) de 415 mm. As lâminas totais de água aplicadas em todo o ciclo da cultura, incluindo-se as precipitações, corresponderam a 272, 320, 368 e 416 mm. Estas lâminas, quando relacionadas à ECA forneceram os fatores 0,65, 0,77, 0,88 e 1,0, respectivamente.

● Duração dos estádios fenológicos da cultura do feijoeiro

Na Figura 1 tem-se a duração dos estádios fenológicos da cultura do feijoeiro, em função das lâminas totais de água aplicadas e formas

de parcelamento de nitrogênio em cobertura. A germinação ocorreu cinco dias após a semeadura para todos os tratamentos, pelo fato de haver umidade uniforme em todas as parcelas, em função das precipitações ocorridas no período. Estes resultados diferem daqueles encontrados por FELIPE (1991) em Lavras (MG), que observou germinação com até nove dias após a semeadura. Este fato pode estar relacionado à umidade relativa e temperatura médias inferiores observadas em Lavras.

● Rendimento de grãos

Da análise de variância dos dados de produção de grãos resumidos da Tabela 4, observa-se um efeito significativo (ao nível de

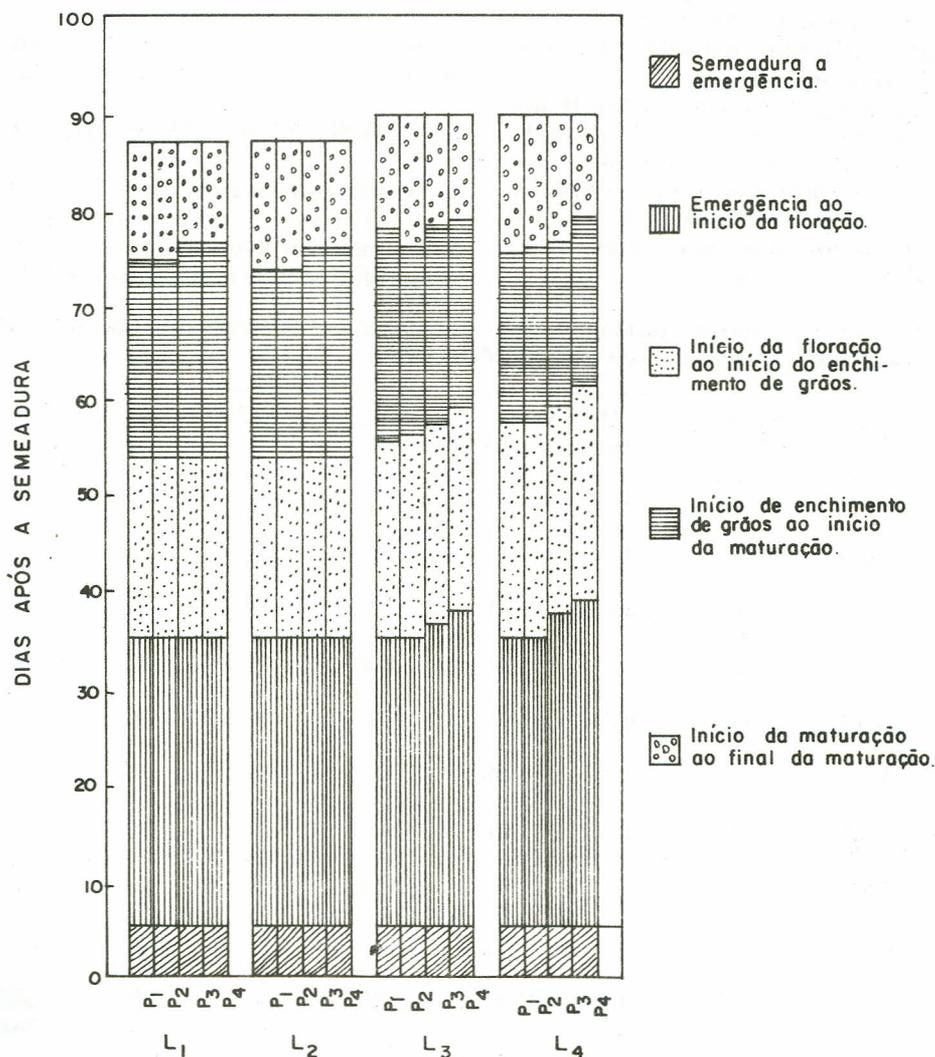


FIGURA 1. Estádios fenológicos da cultura do feijoeiro em função das lâminas (L) e formas de parcelamento (P). Sete Lagoas. MG. 1990.

TABELA 4. Resumo da análise de variância do rendimento de grãos (kg/ha) do feijoeiro. Sete Lagoas, MG, 1990.

Causas de variação	G.L.	SQ	QM	F
Bloco	3	388635,39	129545,13	5,57 *
Lâminas (L)	3	2279450,94	759916,98	32,69 **
Resíduo a	9	209214,49	23246,05	—
Parcelamento (P)	3	478237,79	159412,59	38,70 **
L x P	9	65682,64	7298,07	1,77 ns
Resíduo b	36	148296,93	4119,35	
Total	63	3569519,18	—	

CV₁ = 8,4%.

CV₂ = 3,54%

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns Não significativo.

1% de probabilidade) para lâmina d'água e formas de parcelamento de nitrogênio em cobertura, não apresentando, no entanto, efeito para a interação dos fatores.

Pela análise de regressão (Figura 2) observa-se que a aplicação de água influenciou o rendimento de grãos segundo uma relação funcional quadrática, para todas as formas de parcelamento, sendo que o máximo rendimento estimado (2112 kg/ha) corresponde ao parcelamento P₃, para uma lâmina total estimada de 360,35 mm.

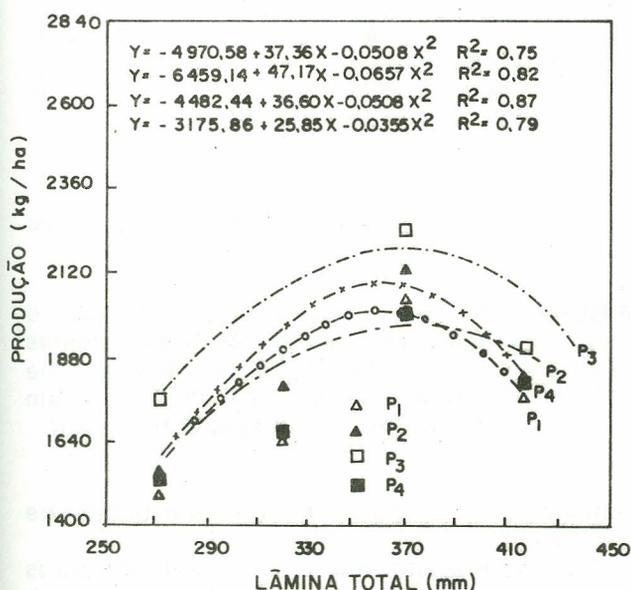


FIGURA 2. Rendimento médio de grãos de feijoeiro em função das lâminas totais de água e formas de parcelamento de nitrogênio em cobertura. Sete Lagoas, MG, 1990.

● Componentes de produção

● Peso médio de 100 sementes

Da análise de variância do peso médio de 100 sementes, resumida na Tabela 5, observa-se um efeito significativo, ao nível de 1% de probabilidade, para as lâminas totais e para as formas de parcelamento de nitrogênio em cobertura, não tendo sido detectado efeito significativo para a interação entre estes fatores.

Pela análise de regressão, observa-se que a água aumentou o peso médio de 100 sementes, segundo uma relação funcional quadrática, para todas as formas de parcelamento, sendo que o peso máximo (21,7 g) correspondeu ao parcelamento P₃, para uma lâmina total estimada de 363 mm (Figura 3).

● Número de vagens por planta

Da análise de variância do número de vagens por planta, resumida na Tabela 6, observou-se um efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade, para lâminas totais de água e para formas de parcelamento de nitrogênio em cobertura. No entanto, não houve efeito significativo da interação desses fatores.

Pela análise de regressão (Figura 4), observou-se que a aplicação de água influenciou o número médio de vagens por planta segundo uma relação funcional quadrática para os parcelamentos P₃ e P₄, e linear para os parcelamentos P₁ e P₂. O máximo número de vagens por planta (12,5) correspondeu ao parcelamento P₃, para uma lâmina total estimada de 371,44 mm.

● Número de sementes por vagem

Na análise de variância do número de sementes por vagem, resumida na Tabela 7, observou-se significância, ao nível de 1% de

TABELA 5. Resumo da análise de variância do peso médio de 100 sementes do feijoeiro. Sete Lagoas, MG, 1990.

Causas de variação	G.L.	SQ	QM	F
Bloco	3	16,42	5,472	5,50
Lâmina (L)	3	59,67	19,889	20,00 **
Resíduo a	9	8,95	0,994	—
Parcelamento (P)	3	28,39	9,462	19,55 **
L x P	9	2,40	0,267	0,55 ns
Resíduo b	36	17,42	0,484	
Total	63	133,25		

CV₁ = 5,08%.

CV₂ = 3,54%.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns Não significativo.

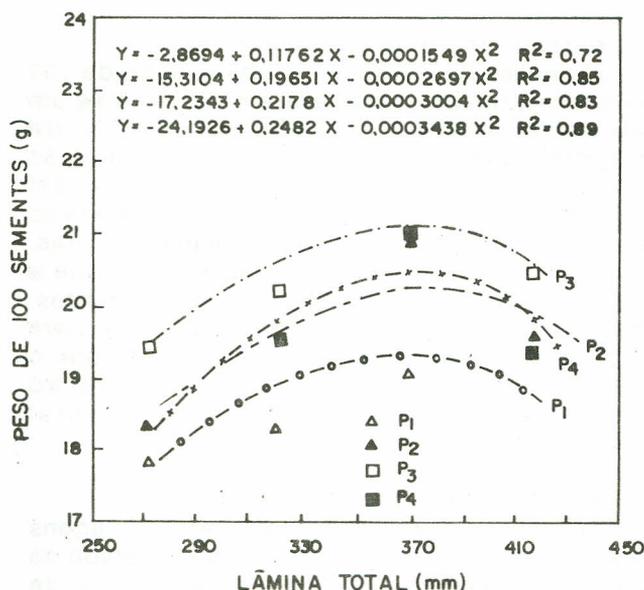


FIGURA 3. Peso médio de 100 sementes no feijoeiro em função das lâminas totais de água e formas de parcelamento de nitrogênio em cobertura. Sete Lagoas, MG, 1990.

probabilidade, para lâminas totais de água aplicadas e formas de parcelamento de nitrogênio em cobertura, não sendo detectada significância para a interação dos fatores.

Pela análise de regressão (Figura 5), observou-se que a aplicação de água afetou o número de sementes por vagem segundo uma relação funcional quadrática, com exceção do parcelamento P4, onde foi linear; sendo que o máximo estimado (5,86), corresponde ao

TABELA 6. Resumo da análise de variância do número de vagens por planta do feijoeiro. Sete Lagoas, MG, 1990.

Causas de variação	G.L.	SQ	QM	F
Bloco	3	49,06	16,35	1,32
Lâmina (L)	3	80,13	27,71	2,15 *
Resíduo a	9	111,85	12,42	—
Parcelamento (P)	3	81,95	27,31	19,57 **
L x P	9	5,33	0,592	0,42 ns
Resíduo b	36	50,26	1,39	—
Total	63	378,58		

CV₁ = 36,33%.

CV₂ = 12,19%.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns Não significativo.

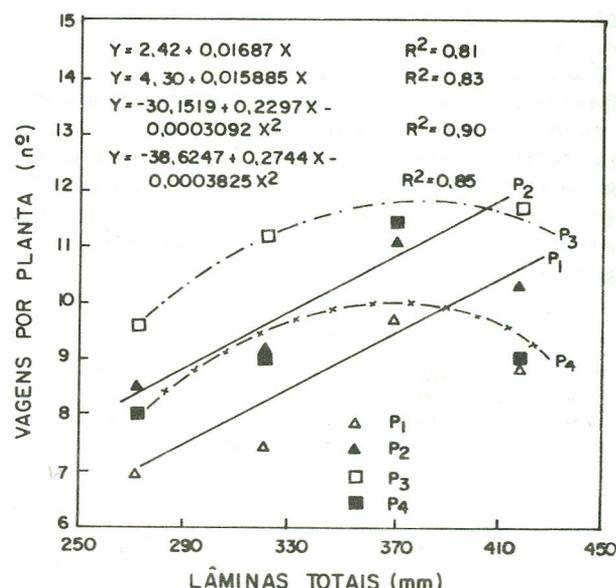


FIGURA 4. Número de vagens por planta no feijoeiro em função das lâminas totais de água e formas de parcelamento de nitrogênio em cobertura. Sete Lagoas, MG, 1990.

parcelamento P3, para uma lâmina estimada de 380,57 mm.

Deve-se ressaltar que o rendimento de grãos e os componentes de produção tenderam a um mesmo comportamento, com resultados máximos dentro do parcelamento P3 para lâminas totais estimadas próximas a L₃ (368 mm).

TABELA 7. Resumo da análise de variância do número médio de sementes por vagem no feijoeiro. Sete Lagoas, MG, 1990.

Causas de variação	G.L.	SQ	QM	F
Bloco	3	1,83	0,610	2,29
Lâmina (L)	3	4,22	1,408	5,28 **
Resíduo a	9	2,40	0,267	—
Parcelamento (P)	3	3,09	1,031	9,21 **
L x P	9	0,54	0,060	0,53 ns
Resíduo b	36	4,03	0,112	
Total	63			

CV₁ = 9,76%.

CV₂ = 6,32%.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns Não significativo.

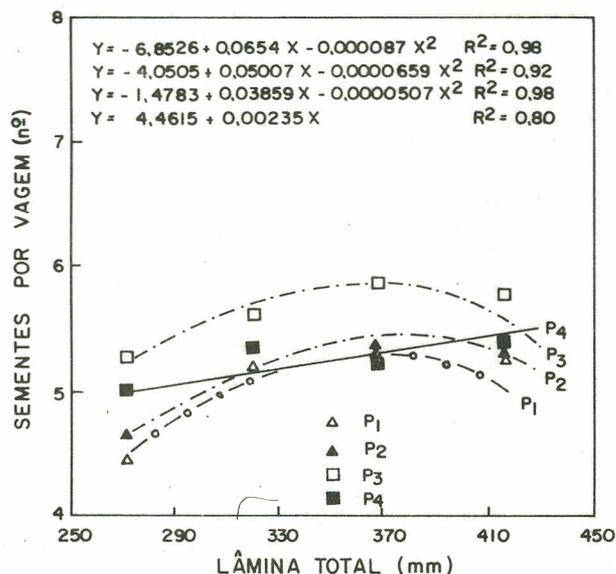


FIGURA 5. Número médio de sementes por vagem no feijoeiro em função das lâminas totais de água e formas de parcelamento de nitrogênio em cobertura. Sete Lagoas, MG, 1990.

CONCLUSÕES

Nas condições experimentais do presente trabalho e pelas análises e discussões apresentadas, conclui-se que:

a) Houve efeito significativo, tanto para lâminas totais de água quanto para formas de parcelamento de nitrogênio em cobertura, via

fertilização, sobre o rendimento de grãos e sobre os componentes de produção, ao passo que não foi observada interação significativa entre esses fatores;

b) A aplicação de água influenciou o rendimento de grãos e seus componentes, segundo relações funcionais quadráticas, permitindo recomendar 370 mm como lâmina ideal para a cultura do feijoeiro na Região de Sete Lagoas, MG;

c) O método de fertirrigação demonstrou ser eficiente, permitindo recomendar a forma de parcelamento P₃ (45 kg/ha na pré-floração e 45 kg N/ha na floração plena), para a cultura do feijoeiro na Região de Sete Lagoas, MG;

d) Em função das condições locais e dos fatores climáticos, pode-se recomendar o fator 0,88 para relacionar lâmina total e ECA para Região de Sete Lagoas, MG.

SUMMARY

EFFECTS OF DIFFERENT IRRIGATION DEPTHS AND NITROGEN APPLICATION PATTERN VIA IRRIGATION WATER ON YIELD COMPONENTS OF COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) CV. CARIOCA.

The effect of different depths of water and partitioning time of application of nitrogen, through ferti-irrigation, upon yield components of beans (*Phaseolus vulgaris* L.), Carioca cultivar was evaluated. The present work was conducted in the period of March to June 1990, in an Allic Dark Red Latosol, cerrado phasis, with gently undulated relief, at the National Research Center for Corn and Sorgum - CNPMS/EMBRAPA, at Sete Lagoas, Minas Gerais. The experimental design was randomized complete blocks with split plots, with four replications. The treatments consisted of combinations of four depths of water in the plots, and four application schedules of nitrogen in a 12 x 12 m sub-plots, with an useful area of 36 m². The applied depths in each irrigation, via hand move sprinkler systems were 18, 24, 30 and 36 mm, resulting from the use of coefficients 0.6, 0.8, 1.0 and 1.2 over 30 mm of Cumulative Evaporation in the Class A tank (CAT), which was the adopted criterion as indicator of the moment of irrigation. The total applied depths in all the crop season cycle, including precipitation, were L₁ = 272, L₂ = 320, L₃ = 368 and L₄ = 416 mm. The application of nitrogen was made on the surface, via irrigation water, by employing urea as the source of Nitrogen. Dosage and mode of Nitrogen applications, in kg/ha were, P₁ - no partitioning; P₂ - 90 at the pre-flowering stage; P₃ - 45 at the pre-flowering and 45 at full flowering; and P₄ - 30 at the pre-flowering stage

30 at full flowering and 30 at the stage of grain filling. The results lead to the following conclusions: - The application of water increased grain yield according to a quadratic functional relationship, in all the partitioning patterns of nitrogen application via irrigation water. The maximum estimated yield (2112 kg/ha) correspondent to P₃ treatment for a total estimated water layer of 360.35 mm. - The average weight of 100 seeds was increased with the application of water according to a quadratic functional relationship, with the maximum observed (21.7 g) correspondig to P₃ treatment for a total estimated water depth of 363 mm.

INDEX TERMS: Fertirrigation, nitrogen partitioning, irrigation.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, pela realização deste trabalho em sua área experimental.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, através dos Departamentos de Agricultura e Engenharia, pela oportunidade do curso de Pós-Graduação e realização do trabalho.

À Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais EMATER-MG, pelo apoio logístico na realização do trabalho

À Coordenação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, pela bolsa de estudo concedida.

Ao Dr. Antônio Carlos de Oliveira do CNPMS/EMBRAPA, pela valiosa colaboração nas análises e interpretações estatísticas.

A todos que, direta e indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAYA, V.R.; VIEIRA, C.; MONTEIRO, A.A.T.; CARDOSO, A.A. & BRUNE, W. Adubação nitrogenada da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Ceres*, Viçosa, **28**(156):134-49, 1981.
2. AVELAR, B.C. **Cinquenta anos de observação meteorológicas de Sete Lagoas, MG.** Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1982. 33p. (Boletim Agrometeorológico, 4).
3. AZEVEDO, H.J. **Efeito de diferentes lâminas de água e doses de adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro** (*Phaseolus vulgaris* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 1984. 85p. (Tese MS).
4. COSTA, E.F. da & BRITO, R.A.L. **Aplicador de produtos químicos via água de irrigação.** Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 1988. 19p. (Circular Técnica, 13).
5. DOOREMBOS, J. & PRUITT, W.D. **Las necesidades de agua de los cultivos.** Roma, FAO, 1977. 194p. (Estudio FAO: Riego Y Drenage, 24).
6. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de Análises de Solo.** Rio de Janeiro, 1979. n.p.
7. ENCARNAÇÃO C.R.F. **Estudos da demanda de água do feijoeiro** (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Goiano precoce. Piracicaba, ESALQ/USP, 1979. 62p. (Tese MS)
8. FELIPE, M.P. **Efeito de diferentes lâminas de água e épocas de parcelamento da adubação nitrogenada na cultura do feijão** (*Phaseolus vulgaris* L.). Lavras, ESAL, 1991. 105p. (Tese MS).
9. FRIZZONE, J.A. **Funções de resposta do feijoeiro** (*Phaseolus vulgaris* L.) ao uso de nitrogênio e lâmina de irrigação. Piracicaba, ESALQ/USP, 1986. 133p. (Tese de Doutorado).
10. GALLO, J.R. & MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e de absorção de elementos nutritivos do florescimento à maturação. *Bragantia*, Campinas, **20**(40):867-4, set. 1961
11. GARRIDO, M.A.T. & TEIXEIRA, H.A. Efeito de diferentes níveis de umidade do solo sobre o rendimento do feijoeiro comum na região sul de Minas Gerais. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Projeto: Feijão** relatório 76/77, Belo Horizonte, 1978. p.25-7.
12. MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas.** São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. 251p.
13. MEIRELLES, N.M.F., LIBARDI, P.L. & REICHARDT, K. Absorção e lixiviação

de nitrogênio em cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 4:83-8, 1980.

14. MUIRHEAD, W.H. & WHITE, J.G. The influence of soil water potential on the glowering patten, pod set and yield of snap beans (*Phaseolus vulgaris*L.). **Irrigation Science**, New York, 3:45-56, 1981.

15. SILVA, M.A. Efeito da lâmina d'água e da adubação nitrogenada sobre produção de feijão-de-corda (*Vigna sinensis* L. Savi), utilizando o sistema de irrigação por "aspersão em linha". Viçosa, UFV, 1978. 49p. (Tese MS).

16. STEINMETZ, S. Evapotranspiração máxima no cultivo de feijão de inverno. Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1984. 85p. (Tese MS).