

EFEITO DE DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS NO SOLO SOBRE A PRODUÇÃO E COMPONENTES DA PRODUÇÃO DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)^{1/}

José Maria Pinto^{2/}
Paulo Afonso Ferreira^{3/}
Salassier Bernardo^{3/}
Tarcisio José Caixeta^{4/}
Alcides Reis Condé^{5/}
Marco Almiro Resende Monteiro^{2/}

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das mais importantes culturas do País, pois é alimento brasileiro por excelência, constituindo não somente base energética como também protéica da alimentação (3).

No Brasil, o feijoeiro é normalmente cultivado em terrenos em que se cultivam

^{1/} Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como uma das exigências para a obtenção do título de «Magister Scientiae» em Engenharia Agrícola.

Aceito para publicação em 10-10-1985.

^{2/} CPATSA. Cx. Postal 23. 56300 Petrolina, PE.

^{3/} Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. 36570 Viçosa, MG.

^{4/} Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais-EPAMIG. 36570 Viçosa, MG.

^{5/} Departamento de Matemática da Universidade Federal de Viçosa. 36570 Viçosa, MG.

milho e algodão e até mesmo entre fileiras dos cafeeiros, ficando a cultura inteiramente dependente das condições meteorológicas. A produtividade média nacional é considerada baixa, o que pode estar associado ao fato de que o uso otimizado de água, fertilizante e outras práticas culturais, sozinhas ou em conjunto, ainda não tenha sido alcançado (7).

Fazendo-se uso da irrigação, torna-se possível cultivar o feijoeiro durante o ano todo, nas áreas onde o inverno não é rigoroso, podendo-se utilizar várzeas bem drenadas ou terrenos altos, que possibilitam a irrigação. O cultivo em tabuleiros de arroz, no inverno, permite que a leguminosa se utilize dos efeitos residuais dos adubos aplicados no cereal e proporciona ao agricultor todas as facilidades de irrigação fornecidas pelo sistema já existente de canais e de tabuleiros (8).

As várzeas são, geralmente, constituídas de solos que se originaram da deposição de materiais transportados por cursos de água e materiais trazidos das encostas pelo efeito erosivo das chuvas (1). As várzeas exigem obras de drenagem e de irrigação para que possam ser aproveitadas com, pelo menos, duas culturas por ano (4). Nas áreas sistematizadas pelo PROVÁRZEAS, no período das chuvas, a cultura mais viável é o arroz, porque é capaz de vegetar em solos excessivamente úmidos ou inundados (6). Entretanto, passado esse período, o produtor tem inúmeras opções de plantio com várias culturas. Dentre essas, o feijoeiro aparece como uma das mais importantes dentre as que podem ser usadas como rotação nessas áreas. Primeiro, porque responde à irrigação e adubação bem feitas, e segundo, pela boa rentabilidade para o produtor rural e por ser uma leguminosa (6). Portanto, é imprescindível que se determine a profundidade do lençol freático para que a relação benefício/custo seja máxima.

O presente trabalho, com uma cultura de ciclo curto, teve como objetivos determinar o uso consuntivo de água e avaliar a produção e os componentes da produção do feijoeiro, em condições de abrigo coberto com plástico transparente, quando cultivado em material de solo mineral de várzea, em diferentes níveis de lençol freático, com e sem irrigação por superfície.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Um conjunto de colunas preenchidas com material de solo mineral de várzea foi utilizado para determinar o uso consuntivo e quantificar a produção e os componentes de produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em condições de abrigo para chuvas, construído no «Campus» da Universidade Federal de Viçosa. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial 4 x 2, com quatro profundidades de lençol freático, 25, 40, 55 e 80 cm, em relação à superfície do solo, com irrigação por superfície (I) e sem irrigação por superfície (SI), com três repetições. Cada unidade experimental foi construída de coluna de PVC rígido, não transparente, cada uma com as dimensões de 120 cm de comprimento e 15 cm de diâmetro externo.

Cada coluna foi preenchida com material de solo mineral de várzea, proveniente da fazenda experimental da EPAMIG, município de Leopoldina, MG, do qual se misturaram 25% (em volume) a esterco de curral. O material foi destorroadado, passado em peneiras de quatro milímetros, seco ao ar e homogeneizado.

Fez-se uma calagem, usando 800 g de carbonato de cálcio e 200 g de carbonato de magnésio, conforme recomendação do Laboratório de Fertilidade de Solos da U.F.V.

A adubação de plantio foi efetuada com base na análise química do solo, aplicando-se 1,5 de cloreto de potássio, 5,0 de superfosfato simples e 3,0 g de salitre-do-chile, por coluna.

Foram plantadas seis sementes de feijão, cultivar batatinha, a uma profundi-

dade de 2,5 cm, aproximadamente, em cada coluna. Transcorridos sete dias da germinação, foi feito o desbaste, deixando-se três plantas por coluna, e foram fixadas as profundidades do lençol freático.

A irrigação foi realizada quando o teor de umidade do solo atingiu 50% da água disponível a 1/3 da profundidade do lençol freático. Na parte da coluna que ficou acima do lençol freático foram construídas aberturas, para a retirada de amostra de solo a 1/3 da profundidade do lençol freático (Figura 1). Logo após a retirada das amostras, recolocavam-se, do mesmo solo, as quantidades retiradas nos locais amostrados; as aberturas, a seguir, eram vedadas com rolha de borracha.

As colunas foram conectadas às garrafas de Mariotte, com a finalidade de manter constante a profundidade do lençol freático. Cada garrafa foi ligada a três colunas, correspondentes às três repetições de cada tratamento. A distribuição das colunas no interior do abrigo foi feita com a adoção de um espaçamento de 40 x 20 cm.

As adubações de cobertura foram feitas quando as plantas mostravam sintomas de deficiência, aplicando-se 0,6 g de uréia e 1,0 g de cloreto de potássio por coluna.

Foram instalados um termógrafo e um higrógrafo próximo às colunas, dentro do abrigo, para o registro da temperatura e umidade relativa do ar, e um tanque Classe «A», próximo ao abrigo, para a verificação da demanda evaporativa do ar.

O estudo do comportamento das plantas foi feito pela avaliação da produção de grãos, do número de vagens por planta, do número de grãos por vagem, da altura das plantas, do peso de 100 grãos e da profundidade do sistema radicular.

A colheita foi feita manualmente, logo após o amadurecimento das plantas. A produção foi expressa em peso de grãos com teor de umidade de 13%, base úmida.

A distribuição do sistema radicular, avaliada em percentagem de matéria seca, foi feita para uma repetição de cada tratamento, escolhida ao acaso. Desmontou-se a coluna, mediram-se as profundidades alcançadas pelas raízes e lavou-se o sistema radicular com jatos de água. A secagem foi feita em estufa, com ar circulante, a 70 ± 5°C, até a obtenção de peso constante.

A altura das plantas foi determinada após a colheita, quando as plantas foram cortadas rente à superfície do solo e esticadas numa superfície plana, medindo-se a altura até o ponto em que a planta emitia a haste.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Uso Consuntivo de Água pelo Feijão

A umidade relativa média no interior do abrigo, durante o ciclo da cultura, ficou em torno de 70,98% e a temperatura média foi de aproximadamente 21,44°C.

Os valores de uso consuntivo médio acumulado, para os tratamentos irrigados por superfície e com lençóis freáticos a 25, 40, 55 e 80 cm de profundidade, acham-se nas Figuras 2, 3, 4 e 5. Observa-se, analisando essas Figuras, maior declividade nas curvas de uso consuntivo acumulado a partir do início do florescimento. Verifica-se, ainda, que o consumo de água por causa da irrigação por superfície foi tanto menor quanto menor a profundidade do lençol freático, mostrando que a ascensão capilar foi mais intensa nos tratamentos com lençol freático menos profundo.

Os valores da evaporação acumulada do tanque Classe «A» e do uso consuntivo acumulado, para os tratamentos não irrigados por superfície, estão na Figura 6. Verifica-se que os valores de uso consuntivo acumulados, para os lençóis freáticos mais próximos da superfície, estiveram mais próximos dos valores de evaporação acumulada medida no tanque Classe «A», o que está de acordo com os resultados encontrados por GUERRA (3).

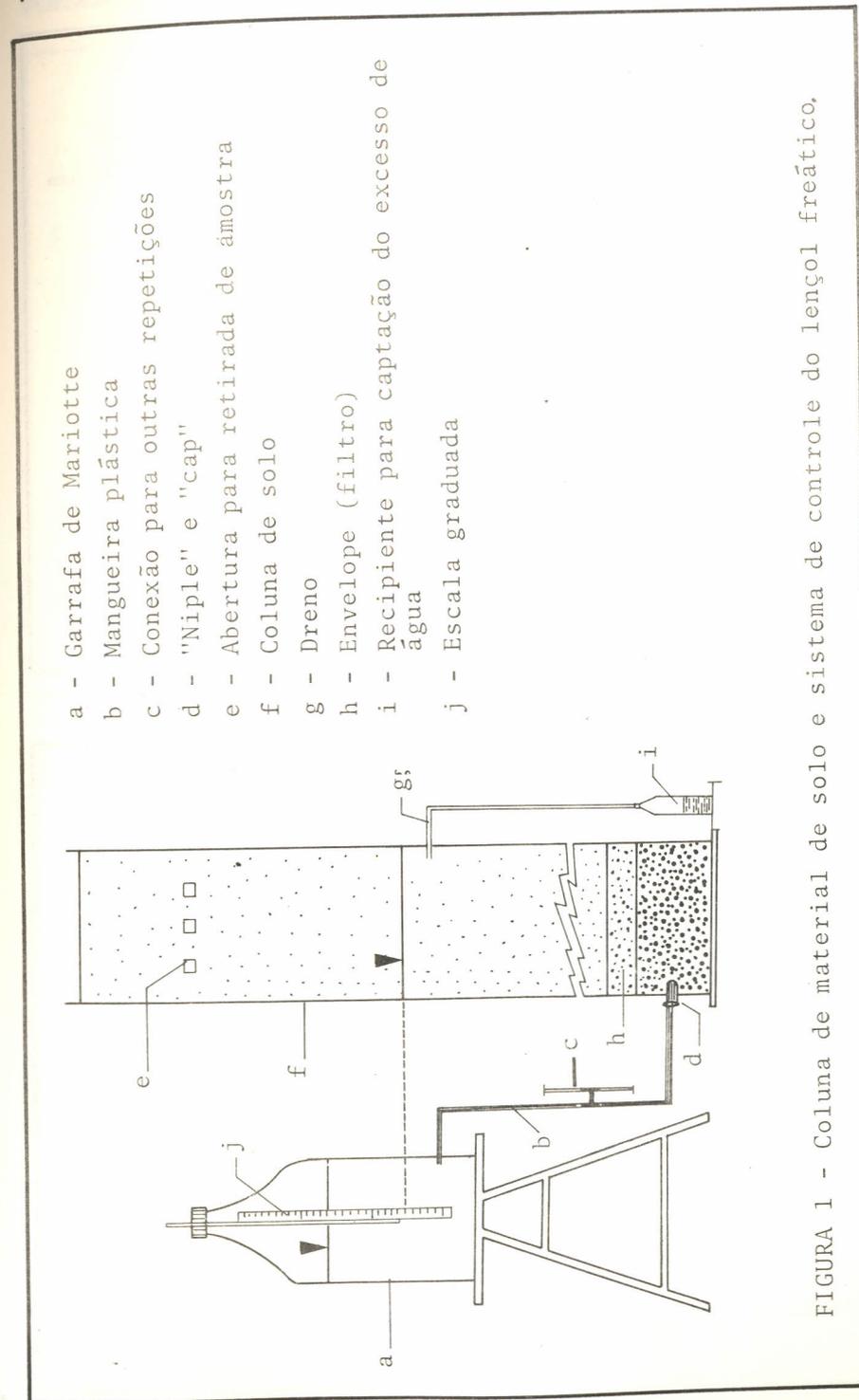


FIGURA 1 - Coluna de material de solo e sistema de controle do lençol freático.

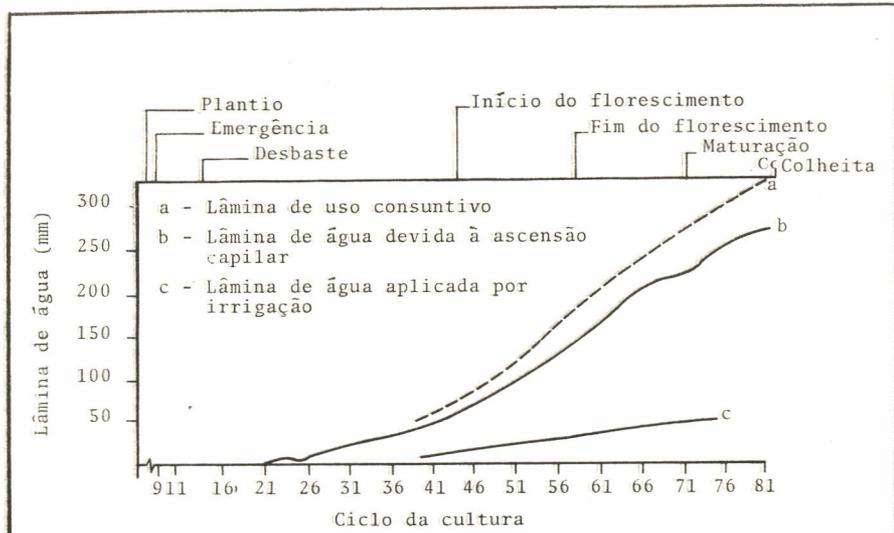


FIGURA 2 - Uso consuntivo acumulado para lençol freático a 25 cm e irrigado.

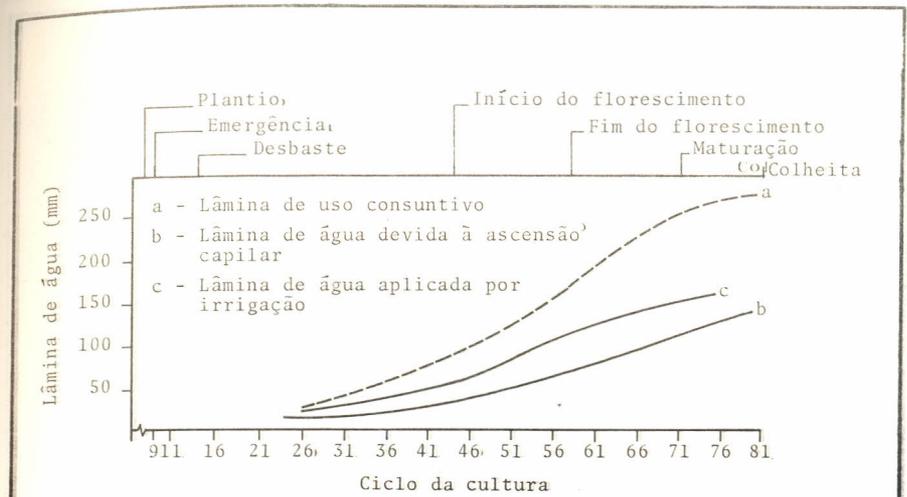


FIGURA 4 - Uso consuntivo acumulado para lençol freático a 55 cm e irrigado.

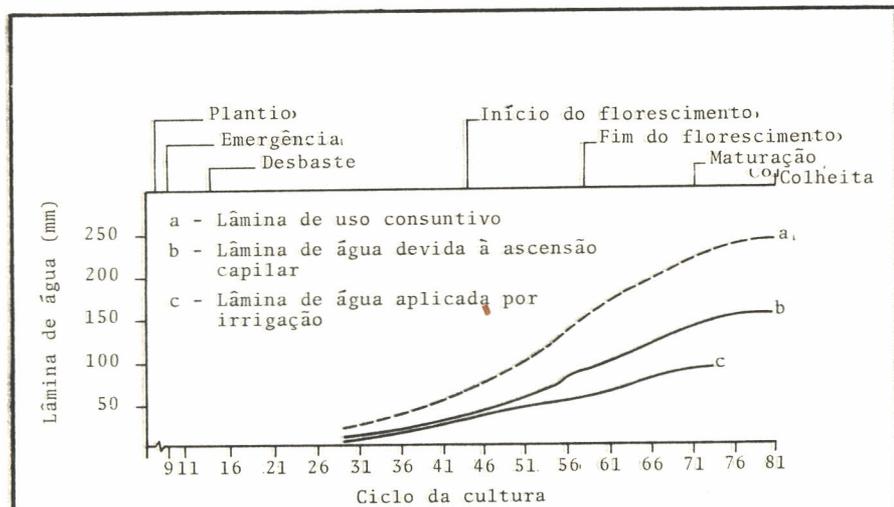


FIGURA 3 - Uso consuntivo acumulado para lençol freático a 40 cm e irrigado.

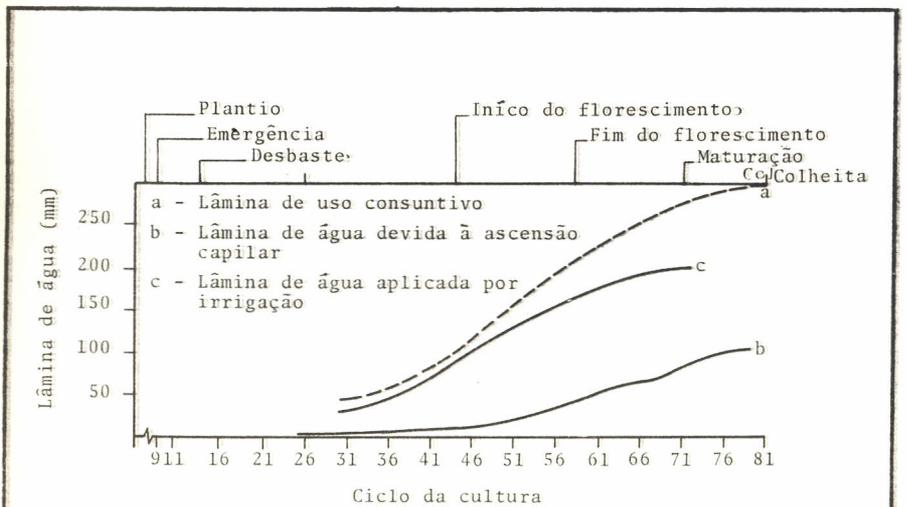
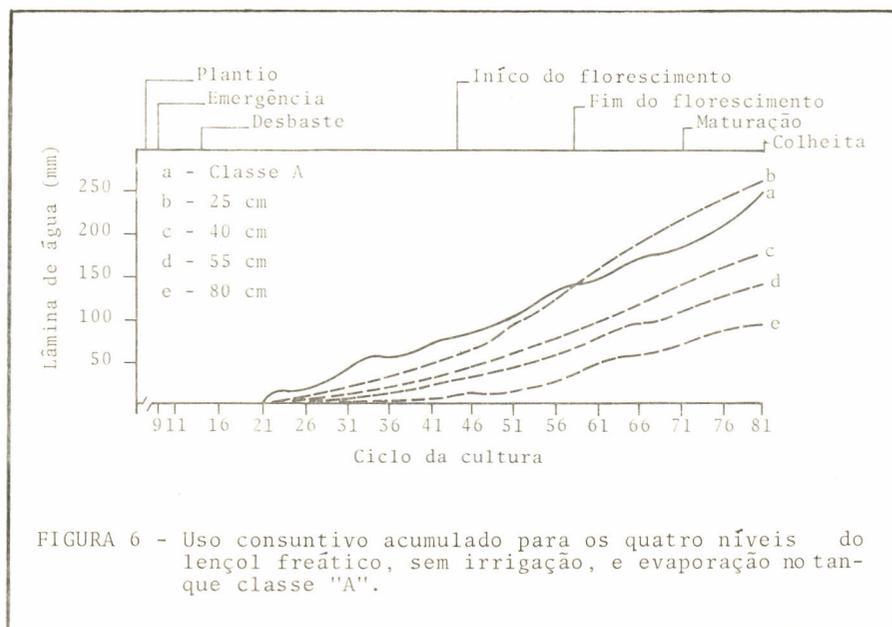


FIGURA 5 - Uso consuntivo para lençol freático a 80 cm e irrigado.



Em geral, a declividade da curva de uso consuntivo acumulado diminuiu a partir da maturação.

O total de água consumido pelo feijão e o uso consuntivo médio, durante o ciclo da cultura, estão no Quadro 1. Nele, verifica-se que o consumo de água foi maior quando o lençol freático esteve mais elevado e quando houve irrigação por superfície. Nos tratamentos sem irrigação por superfície observou-se, em geral, uma correspondência inversa entre consumo de água e profundidade do lençol freático.

3.2. Distribuição de Raízes

O Quadro 2 mostra o comprimento total e a produção de matéria seca do sistema radicular, assim como a distribuição percentual da matéria seca por faixa de profundidade nas colunas de solo, para diferentes tratamentos. Verifica-se, embora não se tenha feito análise estatística, que o maior crescimento longitudinal do sistema radicular esteve diretamente relacionado com a posição do lençol freático, evidenciando que a planta foi estimulada a um maior desenvolvimento longitudinal do sistema radicular à medida que o lençol freático se manteve mais profundo. As produções de raízes nos tratamentos irrigados por superfície foram maiores, quando comparadas às dos não irrigados. Esses resultados mostram que, quando a coluna de solo foi mantida com um teor de umidade adequado, as plantas foram estimuladas a produzir maior volume de raízes, que se distribuiu em toda a coluna de solo.

3.3. Características Agronômicas e Produção

Observou-se, visualmente, durante o ciclo da cultura, que o desenvolvimento da parte aérea das plantas foi melhor nos tratamentos irrigados por superfície e nos não irrigados por superfície para lençóis freáticos mantidos mais próximo da superfície do solo, exceto no tratamento em que o lençol freático foi mantido a

QUADRO 1 - Uso consuntivo, total e médio, diário de água pelas plantas quando submetidas aos diferentes tratamentos

Tratamento	Uso consuntivo total (mm)	Uso consuntivo médio (mm/dia)
I (25)	316	5,27
I (40)	245	4,08
I (55)	270	4,50
I (80)	294	4,90
SI (25)	262	4,37
SI (40)	172	2,87
SI (55)	135	2,25
SI (80)	99	1,65
Classe A	32	3,87

40 cm e irrigado por superfície. Neste, as plantas não apresentaram sintomas de doenças e o vigor vegetativo não foi o mesmo dos demais, ocorrendo até a perda de uma parcela. Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido, não foi possível explicar as razões que provocaram esse menor vigor vegetativo.

O resumo das análises de variância dos dados referentes às características agronômicas e à produção de grãos encontram-se no Quadro 3. Verifica-se que o fator irrigação por superfície foi significativo a 1% para todas as características, exceto número de grãos por vagem, para o qual foi significativo a 5% de probabilidade, e peso de 100 grãos. O fator lençol freático foi significativo a 5% para todas as características analisadas, exceto número de grãos por vagem e peso de 100 grãos. A interação de irrigação por superfície e lençol freático foi significativa a 5% para as características agronômicas, exceto peso de 100 grãos, e a 1% de probabilidade para a produção de grãos.

3.3.1. Alturas das plantas

Observa-se, pelo Quadro 4, que a profundidade do lençol freático não afetou a altura das plantas, quando houve irrigação por superfície. Entretanto, sem irrigação por superfície, observou-se maior altura para o lençol freático a 25 cm, não havendo diferença entre os demais. Para lençol freático a 25 cm de profundidade, não houve diferença entre as alturas das plantas dos tratamentos irrigados por superfície e dos não irrigados por superfície. Todavia, quando se manteve o lençol freático a 40, 55 e 80 cm, a altura das plantas foi superior quando se efetuou a irrigação por superfície.

QUADRO 2 - Comprimento, produção e distribuição da matéria seca das raízes, por faixa de profundidade, para cada tratamento

Tratamento	Comprimento Matéria seca		Produção de matéria/seca (%)			
	total (cm)	total (g)	Faixa de profundidade (cm)			
			0 - 25	25 - 50	50 - 75	75 - 80
I(25)	23,6	13,66	100,00	-	-	-
I(40)	35,3	8,00	50,25	49,75	-	-
I(55)	46,7	12,37	52,21	47,79	-	-
I(80)	73,6	13,79	39,74	35,68	24,58	-
SI(25)	22,5	6,35	100,00	-	-	-
SI(40)	36,2	5,74	73,41	26,59	-	-
SI(55)	49,8	5,86	71,88	28,12	-	-
SI(80)	74,0	3,54	67,74	25,20	7,06	-

QUADRO 3 - Resumo das análises de variância referentes a altura de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos e produção de grãos

F.V.	G.L.	Quadrados médios				
		Altura de plantas	Vagens por planta	Grãos por vagem	Peso de 100 grãos	Produção de grãos
Irrigação	1	426,04**	1,55*	0,04**	9,76	728,87**
Lençol freático	3	63,05*	0,25	0,02*	7,25	149,51*
Interação (I x LF)	3	40,33*	0,55*	0,02*	6,18	230,82**
Resíduo	16	5,79	0,11	$3,96 \times 10^{-3}$	9,02	29,89
C.V. %		6,11	10,26	2,86	11,75	17,78

* Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.
 ** Significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

QUADRO 4 - Altura média das plantas, em centímetros, em função da irrigação e da profundidade do lençol freático(*)

Irrigação por superfície	Profundidade do lençol freático (cm)			
	25	40	55	80
Irrigado	A 44,07 a	A 40,03 a	A 45,79 a	A 44,27 a
Não Irrigado	A 43,34 a	B 33,08 b	B 33,20 b	B 31,34 b

(*) Em cada coluna, as médias precedidas pela mesma letra maiúscula e, em cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

3.3.2. Número de vagens por planta

Verifica-se, pelo Quadro 5, que não houve diferenças entre as médias, quando variou a profundidade do lençol freático, tanto nos tratamentos irrigados por superfície quanto nos não irrigados por superfície, exceto para lençol freático a 40 cm e irrigado por superfície, que foi menor. Para lençóis freáticos a 55 e 80 cm, a média dos tratamentos irrigados por superfície foi superior à dos não irrigados por superfície. Pode-se atribuir essas diferenças às condições de umidade, deficientes para o consumo das plantas, nos tratamentos sem irrigação por superfície.

QUADRO 5 - Número médio de vagens por planta, transformado em $\sqrt{X + 0,75}$, em função da irrigação e da profundidade do lençol freático (*)

Irrigação por superfície	Profundidade do lençol freático (cm)			
	25	40	55	80
Irrigado	A 3,65 a	A 2,64 b	A 3,61 a	A 3,68 a
Não irrigado	A 3,30 a	A 3,14 a	B 2,70 a	B 2,66 a

(*) Em cada coluna, as médias precedidas pela mesma letra maiúscula e, em cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

3.3.3. Número de Grãos por Vagem

Observa-se, no Quadro 6, que não houve diferenças entre as médias do número de grãos por vagens nas diferentes profundidades do lençol freático, tanto nos tratamentos irrigados quanto nos não irrigados por superfície, exceto para lençol freático a 40 cm, com irrigação por superfície, que foi menor. Para lençóis freáticos a 40 e 55 cm de profundidade a média do tratamento não irrigado por superfície foi maior.

Os resultados encontrados não estão de acordo com os obtidos por PURCINO *et alii* (5), GUERRA (3) e WESTPHALEN e BERGAMASCHI (9), que, em condição de umidade deficiente, encontraram menor número de grãos por vagem. Possivelmente porque esses pesquisadores contaram todas as vagens, inclusive as chochas, e neste trabalho computaram-se somente as vagens que tinham um ou mais grãos.

QUADRO 6 - Número médio de grãos por vagem, transformado em $\sqrt{X + 0,75}$, em função da irrigação e da profundidade do lençol freático(*)

Irrigação por superfície	Profundidade do lençol freático (cm)			
	25	40	55	80
Irrigado	A 2,22 a	B 1,96 b	B 2,17 a	A 2,19 a
Não irrigado	A 2,20 a	A 2,19 a	A 2,29 a	A 2,25 a

(*) Em cada coluna, as médias precedidas pela mesma letra maiúscula e, em cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.3.4. Peso de 100 Grãos

Não foram observadas, pela análise de variância (Quadro 3), diferenças significativas, para esse parâmetro, entre os fatores irrigação por superfície, lençol freático e interação entre eles. Tais resultados estão de acordo com os encontrados por WESTPHALEN e BERGAMASCHI (9).

3.3.5. Produção de Grãos

Verifica-se, pelo Quadro 7, que a produção média de grãos não diferiu entre as diferentes profundidades do lençol freático, tanto nos tratamentos irrigados por superfície quanto nos não irrigados por superfície, exceto para lençol freático a 40 cm, com irrigação por superfície, cuja produção média foi menor. A produção média de grãos foi superior nos tratamentos com irrigação por superfície, para a mes-

QUADRO 7 - Rendimento médio de grãos de feijão, em gramas, a 13% de umidade, base úmida, em função da irrigação e da profundidade do lençol freático (*)

Irrigação por superfície	Profundidade do lençol freático (cm)			
	25	40	55	80
Irrigado	A 42,21 a	B 16,62 b	A 38,78 a	A 42,24 a
Não irrigado	B 29,62 a	A 27,65 a	B 22,96 a	B 21,25 a

(*) Em cada coluna, as médias precedidas pela mesma letra maiúscula e, em cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

ma profundidade do lençol freático, à dos tratamentos sem irrigação por superfície, exceto para lençol freático a 40 cm, quando a produção de grãos dos não irrigados por superfície foi maior que a dos irrigados por superfície. Não foi possível identificar as causas da maior produção dos não irrigados por superfície, uma vez que todas as plantas receberam o mesmo manejo e encontravam-se no mesmo ambiente, diferindo apenas na irrigação por superfície, um fator benéfico, nas condições em que foi desenvolvido este trabalho. Os resultados encontrados estão de acordo com os obtidos por PURCINO *et alii* (5), GUERRA (3) e FORSYTHE e LEGARDA (2).

A maior produção dos tratamentos irrigados por superfície, em relação aos não irrigados por superfície, pode ser atribuída a uma distribuição uniforme de nutrientes e micronutrientes ao longo da coluna de solo pela frente de umidade, facilitando a sua absorção pelas plantas, enquanto nos tratamentos não irrigados por superfície os elementos nutritivos talvez se tenham concentrado mais próximo da superfície do solo, provocando um desbalanceamento nutricional.

Nos tratamentos sem irrigação por superfície, ainda que tivessem sido estimuladas a produzir raízes mais longas, em decorrência da manutenção do lençol freático em maiores profundidades, as plantas estiveram sujeitas à deficiência de umidade, em consequência do pequeno volume de solo com umidade adequada para a absorção. Possivelmente, mesmo tendo havido maior crescimento do sistema radicular até próximo do lençol freático, a pequena densidade de raízes nessa região parece não ter sido suficiente para suprir as necessidades das plantas em umidade e nutrientes.

4. RESUMO

Um conjunto de colunas foi utilizado para determinar o uso consuntivo de água e quantificar a produção e os componentes de produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em condições de abrigo coberto com plástico transparente. As colunas foram preenchidas com solo mineral de várzea, e nelas se mantiveram, durante todo o ciclo da cultura, lençóis freáticos a 25, 40, 55 e 80 cm de profundidade, em relação à superfície do solo, com e sem irrigação por superfície.

A irrigação por superfície foi realizada quando o teor de umidade do solo atingiu 50% da água disponível a 1/3 da profundidade do lençol freático. A umidade do solo foi determinada pelo método-padrão de estufa.

Verificou-se maior consumo de água nos tratamentos com irrigação por superfície e nos tratamentos referentes à subirrigação quando o lençol freático foi mantido mais próximo à superfície do solo.

A produção de grãos e os componentes de produção do feijoeiro, em geral, não foram afetados pela profundidade do lençol freático, exceto a altura das plantas.

Os diferentes tratamentos tiveram influência na profundidade e distribuição do sistema radicular.

O uso da subirrigação, com lençol freático estático como única fonte de água para a zona radicular, resultou em baixa produção de grãos, em comparação com os tratamentos irrigados por superfície.

5. SUMMARY

(EFFECTS OF DIFFERENT SOIL HYDRIC REGIMES ON THE PRODUCTION AND PRODUCTION COMPONENTS OF BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.))

A set of columns was used to determine the consumptive use of water and to measure the production and production components of the legume, *Phaseolus vulgaris* L., under protected conditions in which a transparent plastic cover was employed. The columns were filled with the mineral soil of the lowlands and ground water tables were kept at depths of 25, 40, 55 and 80 cm, in relation to the soil surface, during the entire cycle of the crop. Ground water tables were kept at depths of 25, 40, 55 and 80 cm in relation to the soil surface.

Surface irrigation was employed when the soil moisture content reached 50% of the water available to one-third of the depth of the ground water table. The soil moisture content was determined by the gravity method.

Greater water consumption was observed in the treatments with surface irrigation and in treatments related to subirrigation when the ground water table was maintained closer to the soil surface.

The different treatments influenced the depth and distribution of the root system.

The use of subirrigation, with a stable ground water table as the only source of water for the root zone, resulted in low seed production in comparison with other treatments employing surface irrigation.

6. LITERATURA CITADA

1. FREIRE, F.M. & NOVAIS, R.F. Solos de várzeas. Características e problemas relativos à fertilidade. *Informe Agropecuário*, 6(65):24-34, 1980.
2. FORSYTHE, W.M. & LEGARDA, B.L. Soil water and aeration and red bean production. I. Mean maximum soil moisture suction. *Turrialba*. 28:81-86, 1978.
3. GUERRA, A.F. *Efeito da subirrigação em condições de casa de vegetação sobre as características agronômicas do feijão (Phaseolus vulgaris L.)*. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1981. 67 p. (Tese M.S.).

4. LAMSTER, C.E. *Programa de aproveitamento racional de várzeas irrigáveis. PROVÁRZEAS. Algumas considerações ao término de 1978.* Brasília, MA/EMBRATER, 1978. 12 p.
5. PURCINO, J.R.C.; CALXETA, T.J. & GARRIDO, M.A.T. Efeito da aplicação de quatro lâminas totais de água e três níveis de fertilizantes no rendimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. *Projeto feijão; relatório 75/76.* Belo Horizonte, 1978. p. 32-35.
6. SANTOS, M.M. dos. A irrigação do feijão em áreas sistematizadas. *Informe Agropecuário*, 8(90):40-41, 1982.
7. SILVA, E.L. *Suscetibilidade do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) cv. Goiano precoce a inundações temporárias do sistema radicular em diferentes fases do seu ciclo vegetativo.* Piracicaba, ESALQ, 1982. 77 p. (Tese M.S.).
8. VIEIRA, C. *O feijoeiro comum — Cultura, doença e melhoramento.* Viçosa, Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, Imprensa Universitária, 1967. 220 p.
9. WESTPHALEN, S.L. & BERGAMASCHI, H. Efeitos de regimes de umidade do solo em diferentes estádios de desenvolvimento e populações no rendimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO ANUAL DO FEIJÃO, 13. Ata, Porto Alegre, IPA, 1976. p. 35-50.