

DESEMPENHO ECONÔMICO DO CULTIVO DO FEIJÃO EM CONDIÇÕES DE IRRIGAÇÃO ADEQUADA E DEFICIENTE¹

Daniel F. de Carvalho²
Fernando F. Pruski³
Tarciso J. Caixeta⁴

1. INTRODUÇÃO

A irrigação tem como principal objetivo suprir as necessidades de água das plantas, possibilitando expansão significativa da produtividade, aumento da demanda de mão-de-obra com a fixação do homem no meio rural, diminuição do risco de investimento numa agricultura com nível tecnológico mais elevado, além de permitir maior eficiência no uso de fertilizantes e tornar possível a introdução de culturas de maior valor econômico (2).

Seja pelas condições naturais da fonte supridora, seja pelo custo elevado da captação e da distribuição entre os irrigantes, na maioria dos projetos de irrigação a oferta de água é limitada, sendo, portanto, essencial a sua otimização. Nesses casos, a água é tratada como um bem econômico, a que deve ser atribuído um valor (1, 5).

¹ Aceito para publicação em 07.08.1996.

² Inst. Tecnologia/Departamento de Engenharia/UFRRJ. BR 465, Km 7, 23850-970 Seropédica, RJ.

³ Departamento de Engenharia Agrícola/UFV. 36571-000, Viçosa MG.

⁴ EPAMIG. Vila Gianetti, casas 46 e 47. 36571-000 Viçosa, MG.

Em se tratando de sistemas de irrigação por superfície, nos quais se verificam baixos níveis de eficiência, torna-se ainda mais importante a adoção de metodologias que maximizem a eficiência do uso de água. Normalmente, os sistemas de irrigação por superfície são dimensionados para aplicar a lâmina de irrigação em toda a área, tendo, com isso, 100% da área irrigada adequadamente. Entretanto, a aplicação da lâmina recomendável em área menor que 100% torna possível aumentar a eficiência de aplicação e constitui boa alternativa para diminuir o volume de água aplicado (4).

Em virtude dos aspectos mencionados, o presente trabalho tem como objetivo estudar o efeito da área adequadamente irrigada por sulco no desempenho econômico do cultivo do feijão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Na realização deste trabalho, utilizou-se uma equação de infiltração obtida no projeto de irrigação do Gorutuba, município de Nova Porteirinha (MG), num Latossolo Vermelho-Amarelo, a qual é representada por

$$I = 0,002074 t^{0,6654} + 0,00002 t, \quad (1)$$

Em que

I = infiltração acumulada, em m^3/m ; e

t = tempo de oportunidade para a infiltração, em min.

Para analisar a influência da percentagem da área adequadamente irrigada nas eficiências de aplicação e de armazenamento, procedeu-se ao dimensionamento do sistema de irrigação, utilizando um "software" baseado no método do balanço volumétrico, descrito por WALKER e SKOGERBOE (6). As eficiências de aplicação (E_a) e de armazenamento (E_r) foram determinadas, considerando-se comprimento de sulco (L) de 100 m; percentagens de áreas adequadamente irrigadas (L_p) de 70, 80, 90 e 100%; declividade da superfície (S_o) de 0,003 m/m; e lâmina requerida (Z_r) de 0,025 m para um espaçamento entre sulcos de 1m. Neste procedimento foi feita a otimização do sistema, ou seja, determinou-se a vazão que proporcionou a maior eficiência.

A estimativa da produtividade do feijão foi obtida pela utilização de uma função de produção estimada por CAIXETA (3), sendo a produtividade de feijão a variável dependente, e as doses de nitrogênio, de molibdênio e a lâmina de irrigação as variáveis independentes. No desenvolvimento do presente trabalho, considerou-se a função de produção do feijão com os níveis médios dos nutrientes, sendo ela tomada apenas em relação à lâmina de irrigação (Equação 2):

$$Y = 0,0296 W^2 - 2,5082 W + 39,934, \quad (2)$$

em que

Y = produtividade de feijão, em kg/ha; e
 W = lâmina de irrigação, em mm.

Com irrigação deficiente, a produtividade de feijão foi obtida pelas equações 3, 4 e 5, já que, para essa condição, uma percentagem de área correspondente à extremidade final do sulco fica deficientemente irrigada, não atingindo o valor máximo de produtividade:

$$Y_{70\%} = 0,70 (Y_{1m70\%}) + 0,10 (Y_{1m70-80\%}) + 0,10 (Y_{1m80-90\%}) + 0,10 (Y_{1m90-100\%}), \quad (3)$$

$$Y_{80\%} = 0,80 (Y_{1m80\%}) + 0,10 (Y_{1m80-90\%}) + 0,10 (Y_{1m90-100\%}), \quad (4)$$

$$Y_{90\%} = 0,90 (Y_{1m90\%}) + 0,10 (Y_{1m90-100\%}), \quad (5)$$

em que

$Y_{70\%}$ = produtividade obtida ao se aplicar Z_r a 70% do comprimento (kg/ha);

$Y_{80\%}$ = produtividade obtida ao se aplicar Z_r a 80% do comprimento (kg/ha);

$Y_{90\%}$ = produtividade obtida ao se aplicar Z_r a 90% do comprimento (kg/ha);

$Y_{1m70\%}$ = produtividade obtida nos 70% iniciais do comprimento (kg/ha);

$Y_{1m80\%}$ = produtividade obtida nos 80% iniciais do comprimento (kg/ha);

$Y_{1m90\%}$ = produtividade obtida nos 90% iniciais do comprimento (kg/ha);

$Y_{1m70-80\%}$ = produtividade obtida nos 70 e 80% do comprimento (kg/ha);

$Y_{1m80-90\%}$ = produtividade obtida nos 80 e 90% do comprimento (kg/ha); e

$Y_{1m90-100\%}$ = produtividade obtida nos 90 e 100% do comprimento (kg/ha).

As lâminas aplicadas a 80, 90 e 100% do comprimento, com irrigação deficiente, foram também determinadas pelo "software", que simulou a fase de avanço, possibilitando identificar o tempo de oportunidade para infiltração (t_o) em cada trecho considerado. Com isso, utilizando-se a equação 2, foi possível determinar os valores de produtividade em cada trecho.

O valor total da produção foi obtido, utilizando-se o preço do feijão praticado na região (fevereiro/1996), que foi de R\$22,00 a saca de 60 kg. A queda no valor do produto total, quando se aplica Z_r a 70, 80 e 90% do comprimento, em relação à Z_r aplicada a 100% do comprimento, foi obtida

pela diferença entre as produtividades nas diversas situações, multiplicada pelo preço do produto.

O custo da água, com base na legislação que define o valor da tarifa de água nos projetos públicos de irrigação, é composto de duas parcelas: a) parcela correspondente à amortização dos investimentos públicos nas obras de infra-estrutura de irrigação de uso comum, calculada, anualmente, com base no valor atualizado destes, por projeto, em moeda corrente, para cada hectare de área irrigável do usuário; e b) parcela correspondente às despesas anuais de administração, operação, conservação e manutenção das infra-estruturas calculadas, anualmente, por projeto, em moeda corrente, para cada mil metros cúbicos ou fração de água fornecida ao usuário.

Com base nessas informações, foi utilizada a equação 4, apresentada por SILVEIRA (5), para estimar a tarifa de água de irrigação:

$$T_{ij} = c_1 K_1 A_{ij} + c_2 K_{2j} V_{ij} \quad (6)$$

em que

T_{ij} = tarifa anual de água para o lote tipo "i", que é irrigado com o sistema de irrigação "j", em R\$/lote/ano;

c_1 e c_2 = coeficientes que variam de zero à unidade, possibilitando subsidiar as tarifas de água;

K_1 = valor correspondente à amortização anual dos investimentos públicos em infra-estrutura de uso comum, em R\$/ha/ano;

K_{2j} = valor correspondente às despesas anuais de operação, manutenção e administração para os lotes com o sistema de irrigação "j", R\$1.000/m³;

A_{ij} = área irrigável no lote "i", com o sistema de irrigação "j", em ha; e

V_{ij} = consumo de água no lote "i", anual, que irriga com o sistema de irrigação "j", em 1.000/m³.

Para o cálculo da tarifa de água consumida no ciclo da cultura, foi utilizada a equação 6, com os coeficientes c_1 e c_2 iguais a um, ou seja, a tarifa foi considerada totalmente não-subsidiada, indicando a pior situação para o agricultor. A área irrigável (A_{ij}) foi considerada de 1 ha, e o volume de água (V_{ij}) foi determinado para todo o ciclo da cultura em função da vazão aplicada e do tempo e número de irrigações.

O valor de K_1 adotado nos projetos de irrigação do Jaíba e do Gorutuba é de R\$4,84/ha/mês. Já o valor de K_2 é diferente para os dois

projetos, o qual apresentou os valores de R\$10,51/1.000m³ e R\$7,15/1.000m³, respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor de vazão que maximizou a eficiência de aplicação do sistema foi de 0,96 l/s com irrigação adequada, ou seja, quando a lâmina requerida foi aplicada no final do sulco.

Os valores de E_a e E_r simulados para os diferentes valores de L_p são apresentados no Quadro 1.

| QUADRO 1 – Valores de eficiência de aplicação (E_a) e de armazenamento (E_r) dos diferentes comprimentos de sulco adequadamente irrigados | | |
|---|-----------|-----------|
| $L_p(\%)$ | $E_a(\%)$ | $E_r(\%)$ |
| 70 | 67,1 | 94,8 |
| 80 | 62,9 | 97,6 |
| 90 | 58,2 | 99,4 |
| 100 | 53,3 | 100,0 |

A análise dos resultados apresentados no Quadro 1 permite evidenciar que a eficiência de aplicação (E_a) aumentou de 53,3 para 58,2; 62,9; e 67,1%, quando o comprimento adequadamente irrigado (L_p) passou de 100 para 90, 80 e 70%, respectivamente; contudo, a eficiência de armazenamento (E_r) teve um declínio de 100 para 99,4; 97,6 e 94,8%, respectivamente. Esse aumento de E_a de 53,3 para 67,1%, associado à redução da E_r de 100 para 94,8%, corresponde a uma redução de 32,9% no volume aplicado em uma irrigação adequada. Para comprimentos adequadamente irrigados de 80 e 90%, a redução do volume de água aplicado foi de 20,9 e 10,0%, respectivamente.

No Quadro 2 são apresentados as produtividades e os valores totais de produção, bem como o volume de água consumido e a tarifa de irrigação para os projetos do Gorutuba e do Jaíba, para diferentes comprimentos de sulcos adequadamente irrigados.

A análise dos resultados permite verificar que a produtividade decresceu de 1.650 para 1.624, 1.560, e 1.470 kg/ha quando L_p passou de 100 para 90, 80 e 70%. Para essas mesmas condições, os valores totais da produção foram de R\$610,44; R\$601,11; R\$577,28; e R\$544,11 kg/ha.

Os volumes de água utilizados no ciclo da cultura foram de 3.941,57; 4.330,00; 4.762,81; e 5.237,97 m³, com comprimentos de sulcos adequadamente irrigados de 70, 80, 90 e 100%, respectivamente. Em função dos parâmetros K_1 e K_2 adotados, os valores de tarifa de água para as mesmas condições foram de R\$42,70/ha, R\$45,48/há, R\$48,57 e

R\$51,97 e de R\$55,94/ha, R\$60,03/ha, R\$64,58/ha e R\$69,57, nos projetos Gorutuba e Jaíba, respectivamente.

QUADRO 2 - Valores de produtividade e de totais de produção, volume e tarifas de água praticadas nos projetos de irrigação do Gorutuba e do Jaíba para diferentes valores de Lp

| Lp % | Produtividade kg/ha | Valor do produto R\$/ha | Volume de água m ³ | Tarifa de água | |
|---------|------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------|
| | | | | Goturuba R\$/ha | Jaíba R\$/ha |
| 70 | 1.470 | 544,11 | 3.941,7 | 42,70 | 55,94 |
| 80 | 1.560 | 577,28 | 4.330,00 | 45,48 | 60,03 |
| 90 | 1.624 | 601,11 | 4.762,81 | 48,57 | 64,58 |
| 100 | 1.650 | 610,44 | 5.237,97 | 51,97 | 69,57 |

A diminuição na produtividade, quando se trabalhou com área adequadamente irrigada de 70, 80 e 90%, correspondeu a uma redução no valor do produto, em relação à irrigação adequada, de R\$66,33/ha, R\$33,16/ha e R\$9,33/ha, respectivamente. Para as mesmas condições, houve redução na tarifa de água de R\$9,27/ha, R\$6,49/ha e R\$3,40/ha e de R\$13,63/ha, R\$9,54/ha e R\$4,99/ha, para os projetos do Gorutuba e Jaíba, respectivamente.

Embora, do ponto de vista econômico, a irrigação por sulco com déficit não tenha apresentado resultados satisfatórios nas condições estudadas, essa prática pode tornar-se viável em locais que apresentam escassez de água.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Na maioria dos projetos de irrigação a oferta de água é limitada, sendo essencial a sua otimização. A irrigação com área adequadamente irrigada menor que 100% torna possível aumentar a eficiência de aplicação, diminuindo o volume de água aplicado. Visando estudar o efeito da área adequadamente irrigada por sulco no desempenho econômico do cultivo do feijão, o presente trabalho foi desenvolvido considerando uma função de produção para a cultura do feijão, determinada nas condições típicas do projeto de irrigação do Gorutuba, que estima a produtividade do feijão em função de lâmina de água aplicada. O sistema de irrigação foi dimensionado para as condições em que a lâmina requerida pela cultura foi aplicada a 100, 90, 80 e 70% do comprimento do sulco, respectivamente, utilizando a metodologia do balanço volumétrico. Para analisar o desempenho econômico da cultura, foi considerado o preço do feijão praticado na região, bem como o valor da tarifa de água adotada nos projetos de irrigação do Jaíba e Gorutuba, ambos localizados em Minas Gerais. Os resultados obtidos mostraram que houve redução no valor do

produto, em relação àquele correspondente a um L_p igual a 100%, de R\$66,33/ha, R\$33,16/ha e R\$9,33/ha, quando se trabalhou com área adequadamente irrigada de 70, 80 e 90%. Associada a este resultado, foi verificada uma redução na tarifa de água de R\$9,27/ha, R\$6,49/ha e R\$3,40/ha e de R\$13,63/ha, R\$9,54/ha e R\$4,99/ha para os projetos do Gortuba e Jaíba, respectivamente. Embora do ponto de vista econômico o uso da irrigação por sulco com déficit não tenha apresentado resultados satisfatórios para as condições estudadas, essa prática pode tornar-se viável nos projetos de irrigação que apresentam escassez de água.

5. SUMMARY

(ECONOMIC PERFORMANCE OF BEAN CULTURE UNDER ADEQUATE AND INADEQUATE IRRIGATION CONDITIONS)

A Yellow-Red Latosol was analysed to determine the effect of adequately irrigated area on the economic performance of the bean culture. This study was carried out for length furrow (L) of 100 m; slope (S_o) of 0.03 mm/m; percentages of adequately irrigated area (L_p) of 70, 80, 90 and 100%; and required water depth (Z_p) of 0.025 m. Values of application efficiency and water requirement efficiency were determined for all possible combinations, as well as depth values applied on 80, 90 and 100% of length furrow when Z_r was applied on 70, 80, 90 and 100% of length furrow. The results showed that reduction on the water volume and on bean production were 32.9% and 12.2%, respectively, when L_p decreased from 100 to 70%.

6. LITERATURA CITADA

1. BARTH, F. T. & POMPEU, C. T. Fundamentos para gestão de recursos hídricos. In: BARTH, F. T.; POMPEU, C. T.; FILL, H. D.; TUCCI, C. E. M.; KELMAN, J. & BRAGA, B. P. F. *Modelos para gerenciamento de recursos hídricos*. São Paulo, Nobel/ABRH, 1987. p. 1-86. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos).
2. BERNARDO, S. Desenvolvimento e perspectiva da irrigação no Brasil. *Engenharia na Agricultura*, 1(14): 1-14, 1992.
3. CAIXETA, T. J. *Superfície de resposta do feijoeiro submetido a diferentes níveis de água, doses, modo de aplicação e parcelamento de nitrogênio e molibdênio*. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1996. (Tese D.S.) (no prelo).
4. REDDY, J. M. & APOLAYO, H. M. Sensitivity of furrow irrigation system cost and design variables. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 177(2): 201-219, 1991.
5. SILVEIRA, S. F. R. *Análise econômica de agricultura irrigada: Projeto Jaíba*. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1993. 145 p. (Tese M.S.).
6. WALKER, W. R. & SKOGERBOE, G. V. *The theory and practice of surface irrigation*. Logan, Utah State University, 1984. s.p.