

Foto: Sebastião Araújo



Métodos de Manejo da Irrigação no Feijoeiro

Paulo César Ribeiro da Cunha¹
Pedro Marques da Silveira²

Introdução

Existem vários métodos para estimar a quantidade de água requerida pelo feijoeiro, sendo o balanço hídrico empregando o tanque Classe A, o qual integra variáveis meteorológicas e da cultura, um dos mais acessíveis aos irrigantes.

A irrigação do feijoeiro também pode ser manejada por tensiometria, em que medidas da tensão de água do solo são empregadas para determinações indiretas da necessidade hídrica da cultura.

Outro método é a aplicação do modelo de Penman-Monteith, que não é tão simples como o tanque Classe A e a tensiometria, pois necessita de maior número de dados obtidos de estações meteorológicas. Tais equipamentos são de custo elevado e exigem operadores qualificados.

Mesmo com a existência dos métodos capazes de possibilitar o atendimento preciso das necessidades hídricas do feijoeiro, muitos agricultores ainda

desconhecem as formas de realizar o manejo adequado da água no solo, sendo a quantidade de água a ser aplicada determinada com base na experiência individual e empírica, resultando em valores que podem proporcionar lâminas inadequadas, com conseqüentes e ignorados decréscimos na produtividade.

Diante da importância de estudos capazes de gerar informações sobre as necessidades hídricas e manejo da irrigação, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de quantificar o desempenho de três formas de manejo da irrigação, tensiometria, tanque Classe A e Penman-Monteith, no feijoeiro, cultivado sob plantio direto no Cerrado.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido na área experimental da Fazenda Capivara, pertencente a Embrapa Arroz e Feijão, situada no município de Santo Antônio de Goiás, Goiás, (latitude: 16° 29' 15,6" S, longitude: 49° 17' 55,2" W, e altitude: 786 m) no período de

¹ Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia, professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Câmpus Urutaí, Urutaí, GO, paulo.cunha@ifgoiano.edu.br
² Engenheiro agrônomo, Doutor em Fertilidade de Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, pedro.silveira@embrapa.br

julho a outubro de 2007 em Latossolo Vermelho distroférico. Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta clima Aw, tropical de savana, megatérmico. A temperatura média anual é de 23,0 °C, e o mês de julho apresenta a menor média de temperaturas mínimas (14,3 °C), enquanto o mês de setembro apresenta a maior média de temperaturas máximas (31,5 °C). O total médio anual de insolação é de 2.318,9 horas. O regime pluvial é bem definido, ou seja, período chuvoso de outubro a abril e período seco de maio a setembro. A precipitação pluvial média anual é de 1.487 mm, e a umidade relativa do ar, média anual, é de 71%, com o mês de agosto apresentando o menor índice (49%). A perda de água por evaporação, média anual, medida pelo tanque Classe A, é da ordem de 1.915 mm (SILVA et al., 2010).

A cultura do feijoeiro foi conduzida em 6,29 ha de área irrigada pelo sistema pivô-central. Os tratamentos empregados nas parcelas, dispostas aleatoriamente em faixas demarcadas a partir do centro do pivô, corresponderam a três métodos de manejo da irrigação, assim descritos: tensiometria (Figura 1), com tensão de irrigação de 35 kPa (SILVEIRA; STONE, 1994); estimativa da evapotranspiração de referência (ET_0) a partir da evaporação diária do tanque Classe A (Figura 2), com adoção do coeficiente do tanque (kp) proposto por Snyder (1992) e coeficiente de cultura (kc) proposto por Stone e Silva (1999) para feijoeiro irrigado cultivado em sistema plantio direto; e, estimativa da ET_0 a partir do modelo empírico de Penman-Monteith apresentado por Allen et al. (1998) e kc proposto por Stone e Silva (1999). Os dados meteorológicos foram obtidos diariamente da estação meteorológica automatizada da Embrapa Arroz e Feijão, localizada a 780 m da área experimental.



Figura 1. Tensiômetro.



Figura 2. Tanque Classe A.

Para estabelecimento e determinação da tensão matricial crítica, adotou-se a recomendação de Silveira e Stone (1994). Em todos os tratamentos foi adotada a lâmina de reposição de 10,96 mm, que corresponde à água facilmente disponível, ou seja, a capacidade de armazenamento do solo entre

as tensões referentes à “capacidade de campo” e à tensão crítica de irrigação para o feijoeiro de 35 kPa.

A cultivar utilizada foi BRS Supremo, plantada no inverno. A adubação básica foi de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 04-30-10, realizada levando-se em consideração as características químicas do solo e as recomendações de adubação. Foram aplicados 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura, parcelados em duas aplicações via fertirrigação, a primeira com plantas apresentando o terceiro trifólio totalmente expandido, estágio $V_{(4-3)}$, e, a segunda, após emissão do sexto trifólio $V_{(4-6)}$.

Os estádios de desenvolvimento da cultura foram caracterizados segundo critérios estabelecidos por Fancelli e Dourado Neto (1997).

Determinou-se a umidade dos grãos e a produtividade foi corrigida para a umidade de 13%. A eficiência no uso da água pela cultura foi calculada por meio da razão entre a produtividade média de grãos e o volume total de água recebido durante os 92 dias do ciclo da cultura.

Resultados e Discussão

A distribuição das irrigações ao longo do ciclo da cultura apresentada na Tabela 1 evidencia a preocupação que se teve em iniciar o experimento com todas as parcelas com o mesmo conteúdo de água no solo.

Tabela 1. Número de irrigações e lâminas aplicadas em cada estágio fenológico do feijoeiro, cultivar BRS Supremo semeada no início de julho, com a irrigação manejada pelos métodos de tensiometria, tanque Classe A e Penman-Monteith.

Estádios fenológicos ¹	Tratamentos-Métodos de manejo			Número de dias do estágio	Lâminas totais por ciclo		
	Tensiometria ²	Tanque Classe A/ Coeficiente de cultura	Penman-Monteith/Coeficiente de cultura		Tensiometria	Tanque Classe A	Penman-Monteith
Irrigações/Lâminas acumuladas ³				(mm)			
V0	1	1	1	5	6,39	6,39	6,39
V1	2	2	2	6	12,78	12,78	12,78
V2	2	2	2	6	12,78	12,78	12,78
V3	2	3	2	9	12,50 ¹	23,46 ¹	12,50 ¹
V4	6	7	8	16	37,24	48,20	59,16
R5	2	5	3	6	21,92	54,80	32,88
R6	3	4	4	7	25,75	29,58	29,58
R7	4	7	6	11	43,84	76,72	65,76
R8	8	12	10	20	76,92	120,76	98,84
R9	2	2	1	6	21,92	21,92	10,96
Totais	32	45	39	92	272,04	407,39	341,63

¹V₀: germinação; V₁: emergência; V₂: folhas cotiledonares; V₃: primeiro trifólio totalmente expandido; V₄: terceiro trifólio expandido; R₅: botões florais; R₆: floração plena; R₇: formação das vagens; R₈: enchimento das vagens; R₉: maturidade fisiológica.

²Manejo da irrigação com tensiômetro e curva característica de retenção de água do solo na tensão crítica de 35 kPa.

³Considerou-se a precipitação pluvial efetiva no cálculo das lâminas.

Aos três e seis dias após iniciada a aplicação dos métodos de manejo da irrigação, houve a ocorrência de precipitações pluviais, das quais resultaram lâminas efetivas de 9 mm e 3,50 mm, respectivamente. No estádio V3, as parcelas dos tratamentos tensiometria e Penman-Monteith receberam apenas água da chuva, enquanto nas do tratamento tanque Classe A foi efetuada uma irrigação com lâmina de 10,96 mm. No estádio V4, as parcelas que receberam as maiores lâminas de irrigação foram as manejadas por Penman-Monteith, com lâmina 10,96 mm superior às dos outros tratamentos. Durante toda fase vegetativa, as parcelas dos tratamentos tensiometria, tanque Classe A e Penman-Monteith receberam lâminas totais parciais de 81,69 mm, 103,61 mm e 103,61 mm, respectivamente.

Durante os seis dias em que a cultura permaneceu no estádio R5, o manejo por tensiometria promoveu apenas duas irrigações com fornecimento de água 59,47% menor que o das parcelas manejadas por tanque. Com Penman-Monteith foram feitas três irrigações nas quais foram aplicados 32,88 mm de água; em comparação com o tratamento tanque, houve redução de 39,20%.

Com a cultura em plena floração não houve diferenciação de irrigações e lâminas nos tratamentos tanque Classe A e Penman-Monteith; no entanto, o tratamento tensiometria propiciou suprimento de água 12,95% inferior aos outros métodos. Como não houve ocorrência de precipitação nesse estádio, as menores lâminas aplicadas com os tratamentos tensiometria e Penman-Monteith em R5 e R6 provavelmente resultaram em déficit hídrico à cultura em período crítico. As maiores diferenças no número de irrigações e nas lâminas foram observadas durante o estádio mais longo da cultura, R8, o qual apresentou duração de vinte dias. Nesse estádio, caracterizado pelo enchimento das vagens, se estabelecida comparação com o método do tanque em que foi aplicada a maior lâmina parcial acumulada, as parcelas manejadas por tensiometria e Penman-Monteith foram submetidas a um déficit hídrico de 40% e 20%, respectivamente. Como o enchimento de grãos é caracterizado em vários trabalhos como um dos estádios em que o feijoeiro é mais sensível ao déficit hídrico (DOORENBOS; KASSAM, 1994), reduções significativas na produtividade de grãos e seus componentes são esperadas nessas condições.

Ao analisar as lâminas totais recebidas durante a fase reprodutiva, observa-se que o tratamento

tensiometria promoveu lâmina total 37% menor que a maior lâmina total aplicada com o tratamento tanque Classe A, enquanto no Penman-Monteith a redução foi de 22% na fase reprodutiva. Se considerado todo o ciclo, parcelas manejadas com tensiometria receberam menor quantidade total de água por irrigação (237,42 mm), o que significou uma redução de 36% em relação à lâmina total média de irrigação aplicada no tratamento tanque Classe A (372,77 mm). O manejo com Penman-Monteith propiciou lâminas 17,48% menores que as aplicadas pelo tanque e 22,67% maiores que aquelas do tratamento tensiometria.

As menores lâminas aplicadas com manejo por tensiometria e Penman-Monteith ocasionaram reduções significativas na produtividade do feijoeiro (Tabela 2), o que indica que a quantidade de água recebida pelas parcelas de tais tratamentos não foi suficiente para suprir as necessidades hídricas da cultura.

Tabela 2. Produtividade de grãos do feijoeiro e eficiência no uso da água, percentagem em relação ao tratamento mais produtivo e lâminas totais de água recebidas por tratamento por irrigação e precipitação pluvial.

Tratamentos	Lâmina total (mm)	Produtividade (kg ha ⁻¹) ⁴	Prod. relativa (%)	Eficiência no uso da água (kg mm ⁻¹)
Tensiometria ¹	272,04	2.509 c	71,30	9,22
Tanque ²	407,39	3.519 a	100,00	8,64
Penman ³	341,63	2.978 b	84,61	8,72
Média	340,35	3.002	-	8,86
Teste F	-	18,46**	-	0,75 ^{ns}
CV (%)	-	16,84	-	3,59
Dms (Tukey)	-	343,54	-	-

¹Manejo da irrigação com tensiômetro e curva característica de retenção de água do solo; ²Tanque Classe A e coeficiente de cultura; ³Penman-Monteith e coeficiente de cultura; ⁴Médias seguidas de letras distintas na vertical diferem entre si, a 0,05 de probabilidade, pelo teste de Tukey; **significativo a 0,01 de probabilidade pelo teste F; CV: coeficiente de variação; Dms: diferença mínima significativa.

Não foram observadas diferenças significativas quanto à eficiência no uso da água; o valor médio observado neste trabalho, 8,86 kg mm⁻¹ de água aplicada, foi superior ao intervalo especificado por Doorenbos e Kassam (1994), que estabelecem que para a cultura do feijoeiro o valor da eficiência de uso da água na produção de grãos é da ordem de 3 a 6 kg mm⁻¹.

As diferenças de produtividade provavelmente se devem ao fato dos métodos de manejo terem propiciado suprimento de água bastante diferenciado, com valores fora e dentro dos intervalos especificados por Doorenbos e Kassam (1994).

Os tratamentos tensiometria e Penman-Monteith propiciaram déficit de 60% e 40%, 43% e 14%,

40% e 20%, respectivamente, nos estádios R5, R7 e R8. No estádio R6, parcelas manejadas com tensiometria sofreram déficit de 13% quando comparadas ao tratamento tanque Classe A. As reduções de produtividade de 29% e 15% nos tratamentos tensiometria e Penman-Monteith, respectivamente, foram semelhantes aos observados por Lopes et al. (2011), que verificaram redução significativa de 32% na produtividade do feijoeiro manejado por tensiometria em relação às parcelas manejadas pelo método do tanque Classe A. Diante dos resultados de maior produtividade com o método do tanque, é possível afirmar que os manejos por tensiometria e Penman-Monteith ocasionaram déficit hídrico à cultura.

Conclusões

1. O feijoeiro em plantio direto apresenta maior produtividade de grãos quando a irrigação é manejada pelo método do tanque Classe A.
2. Plantas de feijoeiro submetidas à déficit hídrico de 21% e 37%, nas fases vegetativa e reprodutiva, respectivamente, têm sua produtividade reduzida em 29%. Déficit hídrico de 22% na fase reprodutiva é capaz de reduzir a produtividade do feijoeiro em 15%.
3. Dentro do intervalo de 272 mm a 407 mm de água, a aplicação de maiores lâminas propicia aumento na produtividade de grãos do feijoeiro.
4. O manejo por tensiometria com tensão crítica de 35 kPa propicia reduções de até 40% nas lâminas de água, porém, causa reduções na produtividade do feijoeiro.

Referências

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 301 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1994. 306 p. (Estudos FAO: Irrigação e drenagem, 33).

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Ecofisiologia e fenologia do feijoeiro**. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Coord.). **Tecnologia da produção do feijão irrigado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 100-120.

LOPES, A. da S.; OLIVEIRA, G. Q. de; SOUTO FILHO, S. N.; GOES, R. J.; CAMACHO, M. A. **Manejo de irrigação e nitrogênio no feijoeiro comum cultivado em sistema plantio direto**. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 51-56, jan./mar. 2011.

SILVA, S. C. da; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L. F.; AMORIM, A. de O. **Informações meteorológicas para pesquisa e planejamento agrícola, referentes ao ano de 2009, do município de Santo Antônio de Goiás, GO**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 32 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 256).

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. **Manejo da irrigação do feijoeiro: uso do tensiômetro e avaliação do desempenho do pivô central**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 46 p. (EMBRAPA-CNPAF. Circular técnica, 27).

SNYDER, R. L. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversion. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, New York, v. 118, n. 6, p. 977-980, Nov./Dec. 1992.

STONE, L. F.; SILVA, S. C. da. **Uso do tanque Classe A no controle da irrigação do feijoeiro no sistema plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 2 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em foco, 25).

Comunicado Técnico, 220

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Arroz e Feijão
Endereço: Rod. GO 462 Km 12 Zona Rural, Caixa Postal 179 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (62) 3533 2123
Fax: (62) 3533 2100
www.embrapa.br/fale-conosco/sac
1ª edição
Versão online (2014)

Comitê de publicações

Presidente: Pedro Marques da Silveira
Secretário-Executivo: Luiz Roberto R. da Silva
Membros: Camilla Souza de Oliveira, Luciene Frões Camarano de Oliveira, Flávia Rabelo Barbosa Moreira, Ana Lúcia Delalibera de Faria, Heloisa Célis Breseghello, Márcia Gonzaga de Castro Oliveira, Fábio Fernandes Nolêto

Expediente

Supervisão editorial: Luiz Roberto R. da Silva
Revisão de texto: Camilla Souza de Oliveira
Normalização bibliográfica: Ana Lúcia D. de Faria
Editoração eletrônica: Fabiano Severino