

Comunicado Técnico 220

ISSN 1678-961X
Setembro, 2014
Santo Antônio de Goiás, GO

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 consequentes 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*