

Foto: Sebastião Araujo



## Práticas para Economia de Água na Irrigação do Feijoeiro por Pivô-Central

Pedro Marques da Silveira<sup>1</sup>  
Luís Fernando Stone<sup>2</sup>  
Paulo César Ribeiro da Cunha<sup>3</sup>

### Introdução

A cultura do feijoeiro é uma das principais alternativas de cultivo na entressafra, sob irrigação, nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e parte do Nordeste do Brasil. Devido à facilidade operacional, à alta adaptabilidade a diferentes condições de solo e topografia e à pequena demanda por mão de obra, a prática da irrigação pelo sistema pivô-central vem sendo amplamente utilizada nessas regiões.

A disponibilidade do recurso água é cada dia mais preocupante, tornando-se cada vez mais necessário o uso criterioso da irrigação, com altos níveis de eficiência na utilização da água. A distribuição do uso de água pelos segmentos agricultura, industrial, urbano, animal e rural, mostra a agricultura como grande utilizador da água. Diante desse cenário, a boa gestão da irrigação dentro da agricultura é fundamental para atender essa exigência. Neste trabalho, são apresentadas práticas que utilizadas de forma isolada ou conjunta contribuem para minimizar a quantidade de água utilizada pelo feijoeiro de outono-inverno, sob irrigação por aspersão, sistema pivô-central.

### Descrição das Práticas

#### Aumento da uniformidade de aplicação de água do pivô-central

Antes de iniciar o manejo de irrigação, é importante

que o irrigante conheça o desempenho do seu sistema de irrigação. Um sistema mal projetado e dimensionado, fatalmente não alcançará o sucesso. Muitos dos projetos de irrigação são mal adaptados às condições de clima-solo-planta porque, geralmente, seleciona-se e dimensiona-se um sistema sem os dados necessários à sua elaboração.

Após a instalação do sistema em campo, faz-se necessária a sua análise e calibração. Quando se avalia um sistema de irrigação, não se deve restringir somente à determinação de sua eficiência atual, mas sim caracterizar os principais problemas e sugerir alterações, algumas no próprio dimensionamento. O irrigante que conhece as características de seu sistema pode conduzir as irrigações com melhor eficiência.

A uniformidade de aplicação de água (CUC), determinada pelo teste em campo (Figura 1), influencia diretamente a quantidade de água a ser aplicada e a energia gasta no bombeamento da água. Se a uniformidade é baixa, a área irrigada apresentará setores com déficit ou excesso de água. O excesso de água representa desperdício de água e energia. Os setores que recebem menos água produzem menos. A uniformidade da irrigação em pivô-central é afetada pelo diâmetro dos bocais e pressão de operação dos difusores, e pela ação do vento.

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Doutor em Fertilidade de Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Doutor em Agronomia, professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Câmpus Urutá, Urutá, GO.

Foto: Pedro Marques da Silveira



Figura 1. Teste de aplicação de água em campo.

É ilustrada na Figura 2 a lâmina média de água infiltrada (considerada igual à coletada) de dois pivôs-centrais, operando a 50% da velocidade máxima, igual a 7,0 mm. Esses pivôs apresentam distintas uniformidades de distribuição de água que proporcionam valores de 70% e 85% para CUC. Para CUC = 70%, a área irrigada recebe, no mínimo, 2,8 mm de lâmina de água, enquanto para CUC = 85% esse valor aumenta para 4,9 mm. Os valores máximos para esses CUCs são 11,2 e 9,1 mm, mostrando a maior amplitude da lâmina de irrigação para o menor valor de CUC.

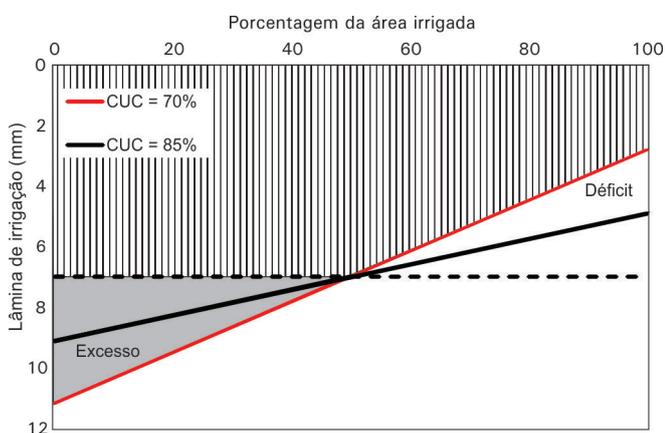


Figura 2. Modelo de distribuição de água de dois pivôs-centrais operando a 50% da velocidade máxima, com CUC = 70% e 85%, mostrando a porcentagem da área com excesso e com deficiência de água, para uma lâmina de água requerida, 7,0 mm, igual a lâmina média infiltrada.

Observa-se que as perdas por percolação e a porcentagem da área deficientemente irrigada são tanto menores quanto maiores forem os valores de CUC (Figura 2), ou seja, quanto mais uniforme for a distribuição da água na área irrigada. Quanto menor essas perdas, maior é o valor do CUC, e consequentemente maior é a economia de água,

para a aplicação de determinada lâmina de água, sinalizando que o usuário da irrigação utiliza melhor a água quando o seu equipamento tem boa performance na distribuição. De acordo com Frizzone e Dourado Neto (2003), o valor mínimo aceitável para o CUC é 85%.

Além do efeito no aumento da quantidade de água de irrigação para suprir às exigências da cultura, a baixa uniformidade de aplicação da água tem efeito negativo na produtividade de grãos do feijoeiro. Andrade et al. (2002b) observaram que quando o CUC diminuiu de 86% para 66%, a produtividade decresceu de 2.759 para 2.423 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 1).

Tabela 1. Rendimento do feijoeiro em função do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC).

CUC (%)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
86	2.759
66	2.423

Fonte: adaptada de Andrade et al. (2002b).

### Aplicação de maiores lâminas de água para mesma velocidade de operação do pivô-central

Para uma mesma velocidade de operação, as perdas por evaporação são menores quanto maior for a lâmina aplicada pelo pivô-central (Figura 3).

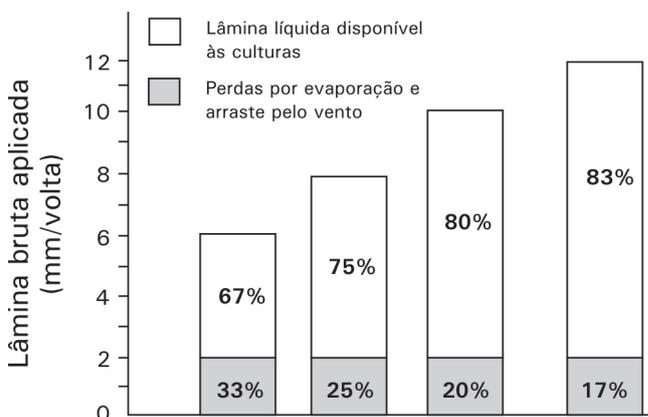


Figura 3. Perdas de água por evaporação e arraste pelo vento, em função da lâmina bruta aplicada.

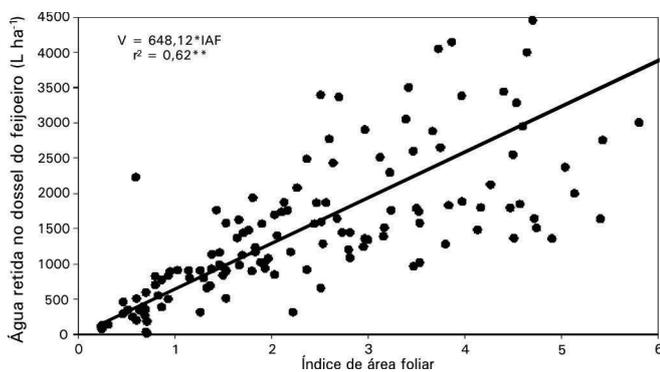
Fonte: adaptada de Treuenfels e Mendes (1985).

Na Figura 3 observa-se que, para uma lâmina de água aplicada de 6 mm, as perdas por evaporação e arraste pelo vento alcançam 2,0 mm da lâmina, correspondendo a 33% do total aplicado. Essa mesma perda ocorre quando a lâmina aplicada é de 12 mm, só que corresponde a apenas 17% do total aplicado.

Também, a água interceptada pelo dossel é normalmente considerada uma porção de água

perdida inserida na eficiência do uso da água aplicada. Muitos fatores podem influenciar na interceptação de água pelo dossel, tais como: estrutura da planta, tamanho e orientação das folhas, características das folhas, ângulo de inserção das folhas nos caules, índice de área foliar, diâmetro da gota aplicada, intensidade de aplicação de água e velocidade do vento (LI; RAO, 2000).

Alves Junior et al. (2010) quantificaram a quantidade de água aplicada por pivô-central que é interceptada no dossel do feijoeiro, em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura (Figura 4).



**Figura 4.** Volume de água retido pelo dossel (V) do feijoeiro, cultivar Pérola, em função do índice de área foliar (IAF).

Fonte: Alves Junior et al. (2010).

Nas condições em que o estudo foi realizado, conclui-se que o volume de água máximo retido nas folhas da cultura do feijoeiro ( $V$ ,  $L\ ha^{-1}$ ) pode ser estimado a partir do índice de área foliar (IAF) pela equação  $V = 648,12 * IAF$ . A aplicação da lâmina média de água de 8,1 mm proporcionou perdas médias de água por interceptação foliar de aproximadamente 2,5%, ou seja, 0,2 mm por irrigação. Diante desse resultado, pode-se fazer a seguinte consideração: numa condição real de campo em que são feitas 40 irrigações de 8,1 mm de água durante o ciclo do feijoeiro, totalizando 324 mm, a planta é molhada 40 vezes. Se a água aplicada for o dobro, de 16,2 mm, serão feitas somente 20 irrigações, e a água interceptada pelo dossel da planta, que é perdida, também diminuiria 20 vezes. O volume total de água economizada tende a ser expressivo considerando, por exemplo, um pivô-central de 50 ha. Esse resultado sinaliza que sistemas de irrigação tipo pivô-central que aplicam maiores lâminas de água, para uma mesma velocidade de operação, molhariam menos as folhagens da planta e reduziriam as perdas por interceptação do dossel.

### Irrigação durante a noite

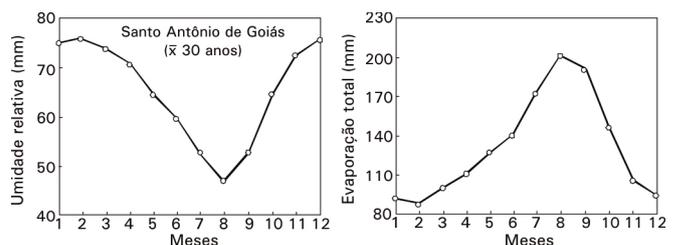
Ainda para diminuir o efeito dos fatores evaporação da água e arraste pelo vento, a prática de irrigação durante a noite contribui para maior eficiência do uso da água já que, à noite, a perda de água para a atmosfera diminui, pois, a umidade relativa do ar é maior e a velocidade do vento é geralmente menor do que durante o dia.

Durante o dia a evaporação da água é máxima no intervalo entre 14h e 17h. Há de se relatar que, de modo geral, no dimensionamento do equipamento de irrigação é inviável dimensioná-lo para permitir o descanso durante o dia, mas isso é possível nos estádios iniciais da cultura, onde a demanda por água é menor.

Outras vantagens da irrigação noturna são o menor valor pago pela energia elétrica e a minimização das horas de umidade nas folhas, pois durante a noite a planta pode estar naturalmente úmida pelo orvalho. Esse aspecto é importante na incidência de doenças. Quanto mais longo o período de molhamento das folhas, mais tempo os esporos terão para germinar, crescer e completar todo o processo de infecção.

### Otimização da época de semeadura

Sabendo-se que a evapotranspiração da cultura varia com as condições climáticas, a semeadura do feijão deve ser realizada, preferencialmente, nos meses de menor demanda atmosférica. Observa-se (Figura 5), na região de Goiânia, GO, que os meses de julho, agosto e setembro são os meses de maior evaporação da água e menor umidade relativa do ar, elementos determinantes na magnitude do uso de água pelas culturas. Stone e Silveira (1995) verificaram que, na medida em que a semeadura foi realizada mais tardiamente, a partir de abril, em Santo Antônio de Goiás, GO, há aumento no requerimento total de água (Tabela 2).



**Figura 5.** Evaporação total de água e umidade relativa do ar durante o ano, em Santo Antônio de Goiás, GO.

Fonte: Silva et al. (2014).

**Tabela 2.** Evapotranspiração (ET<sub>c</sub>) do feijoeiro em função do mês de semeadura, Santo Antônio de Goiás (GO).

Mês de Semeadura	ET <sub>c</sub> (mm dia <sup>-1</sup> )						ET <sub>c</sub> ciclo (mm)
	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	
Abr.	2,9	4,6	3,9				294
Mai		2,5	4,8	4,5			297
Jun.			2,6	5,5	5,4		336
Jul.				3,0	6,7	5,3	378

Fonte: Stone e Silveira (1995).

Observa-se na Tabela 2 que, considerando somente o fator época de semeadura, quando o feijoeiro é semeado no mês de julho a quantidade de água requerida pela cultura é de 378 mm; já com a semeadura em abril, essa quantidade é de 294 mm, uma economia de 84 mm de água de irrigação.

### Escolha do sistema semeadura direta e de plantas de cobertura

Em estudo conduzido em Goiânia, GO, com feijoeiro irrigado, verificou-se que a semeadura direta mais cobertura morta foi mais eficiente no uso da água em relação ao sistema de preparo do solo com grade aradora, com uma economia de água que alcançou 30%. A palhada na superfície do solo (Figura 6) atua na primeira fase do processo de evaporação da água do solo, reduzindo a taxa de evaporação devido à reflexão de energia radiante. A taxa de redução depende da magnitude da cobertura morta e da arquitetura e desenvolvimento do dossel da planta cultivada. Assim, quando a palhada é pouca ou é rapidamente decomposta, e a cultura cobre rapidamente o solo, esse benefício não é tão expressivo.

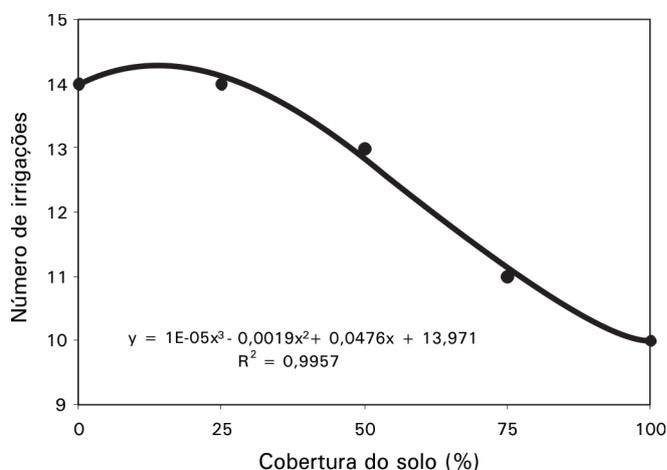
Foto: Pedro Marques da Silveira



**Figura 6.** Feijão sob plantio direto em palhada de milho.

Em estudo conduzido por Moreira et al. (1999), relacionando a cobertura do solo e número de irrigações (Figura 7), observa-se que a economia de água na semeadura direta começa a ser importante

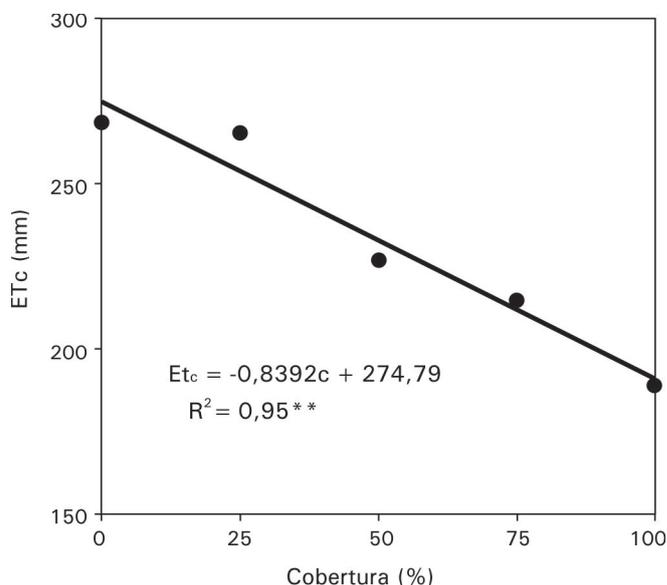
a partir de 50% de cobertura do solo pela palhada, implicando em menor número de irrigações do feijoeiro e consequentemente economia de água.



**Figura 7.** Número de irrigações efetuadas durante o ciclo do feijoeiro, em função da porcentagem de cobertura do solo pela palhada.

Fonte: adaptado de Moreira et al. (1999).

Andrade et al. (2002a) também verificaram que a evapotranspiração da cultura do feijoeiro apresentou ao final do ciclo valores menores à medida que a porcentagem de cobertura do solo pela palhada foi maior (Figura 8).



**Figura 8.** Efeito da cobertura do solo (c) sobre a evapotranspiração (ET<sub>c</sub>) do feijoeiro.

Fonte: Andrade et al. (2002a).

Stone et al. (2008) compararam o efeito da palhada de culturas de cobertura na evapotranspiração do feijoeiro irrigado cultivado em sucessão em sistema semeadura direta (Tabela 3). As diferenças de requerimento entre as culturas deve-se à diferença

de cobertura do solo pelas diferentes palhadas. Os autores observaram que há uma economia de água de irrigação quando a palhada sobre o solo é de braquiária e capim Mombaça em relação a outras plantas de cobertura.

**Tabela 3.** Requerimento de água do feijoeiro irrigado em função dos resíduos culturais de diferentes culturas.

Cultura	Requerimento de água (mm/ciclo)
Braquiária	266
Milho em consórcio com braquiária	325
Guandu	308
Milheto	305
Mombaça	286
Sorgo	305
Estilosantes	335

Fonte: Stone et al. (2008).

### Cultivares mais precoces

Dentre os vários fatores que determinam a quantidade de água a ser repostada pela irrigação, inclui-se a cultivar. Sua influência se dá por meio da quantidade de energia solar interceptada, que depende do índice de área foliar, da arquitetura da planta e das características da superfície transpirante. O sistema radicular também afeta a perda de umidade à medida que suas características (densidade, profundidade e eficiência de absorção) influenciam na quantidade e velocidade com que a água é absorvida e a sua resistência ao fluxo de água influencia no movimento da mesma dentro da planta.

Existem poucas informações da comparação do requerimento de água pelas cultivares de feijão. Vieira et al. (1989) verificaram que a cultivar Aeté 3 apresentou, durante o ciclo, menor requerimento de água que a Aroana 80, quando considerados os mesmos tratamentos de regime hídrico no solo e estádios de crescimento de planta. Isto pode ser atribuído à menor atividade do sistema radicular, já que a mesma apresentou menor intensidade de esgotamento de água do solo, ou a fatores inerentes às cultivares, tais como: resistência estomática à difusão de vapor de água, ajuste osmótico e fenômenos de paraleliotropismo. Os resultados obtidos por Stone e Pereira (1994) mostraram que a cultivar Safira, do tipo II, crescimento indeterminado e plantas eretas, apresentou, no período de formação e enchimento das vagens, requerimento médio de água superior ao da linhagem TC 1558-1, do mesmo hábito de crescimento e porte.

Cultivares de ciclo precoce, de ciclo de cerca de 70-75 dias requerem menor quantidade de água total do que cultivares de ciclo normal, de 90-100 dias.

### Menor população de plantas

O requerimento de água do feijoeiro é afetado pela população de plantas à medida que ela pode influenciar a arquitetura da planta, o índice de área foliar e a densidade radicular. Mack e Varseveld (1982), ao compararem as populações de 43 e 21,5 plantas  $m^{-2}$ , verificaram mais rápida depleção da água do solo na população maior. Guimarães et al. (1982) observaram que na população de 30 plantas  $m^{-2}$  o feijoeiro utilizou mais água do que na população de 20 plantas  $m^{-2}$ , especialmente na floração. Os resultados obtidos por Stone e Pereira (1994) mostraram que com a população de 50 plantas  $m^{-2}$ , resultante do espaçamento entrelinhas de 0,30 m e 15 plantas  $m^{-1}$ , o requerimento médio de água foi maior do que com a população de 30 plantas  $m^{-2}$ , resultante do espaçamento entrelinhas de 0,50 m e 15 plantas  $m^{-1}$ .

De modo geral, menores índices de área foliar, como consequência de maiores espaçamentos de plantio, podem ocasionar menores perdas de água por evapotranspiração, resultando em economia de água.

### Adubação com nitrogênio e fósforo

A pesquisa evidencia a influência da quantidade de água do solo sobre a disponibilidade dos nutrientes para as plantas. O efeito da lâmina de água de irrigação, da adubação nitrogenada e da interação desses fatores sobre o rendimento do feijoeiro foram estudados por Frizzone et al. (1987), observando que uma maior quantidade de nitrogênio pode compensar o efeito de uma menor quantidade de água aplicada na cultura (Tabela 4).

**Tabela 4.** Rendimento de grãos de feijão em razão de lâminas totais de água e de doses de nitrogênio.

Lâmina de água (mm)	Doses de nitrogênio $kg\ ha^{-1}$			
	0	30	60	90
298	844	1.234	1.422	1.550
420	992	1.630	1.987	2.243
534	984	1.539	2.270	2.500

Fonte: Frizzone et al. (1987).

Pela Tabela 4 observa-se que uma produtividade de feijão de cerca de 1.550  $kg\ ha^{-1}$  foi obtida usando 30  $kg\ ha^{-1}$  de N e 534 mm de água ou 90  $kg$  de N com 298 mm de água, ou seja, a mesma produtividade de grãos foi obtida usando mais N e reduzindo a quantidade de água de irrigação.

Ainda dentro do estudo da interação de nutriente e água, Silveira e Moreira (1990) estudaram a resposta do feijoeiro a doses de  $P_2O_5$  e lâminas de água (Tabela 5). Semelhante ao N, maiores doses de fósforo na sementeira podem compensar a diminuição da produtividade de grãos provenientes de menores quantidades de água aplicada. Vale ressaltar que os fatores nutrientes e água não se substituem, mas se complementam.

**Tabela 5.** Rendimento de grãos de feijão em razão de lâminas totais de água e de doses de  $P_2O_5$ .

Lâmina de água (mm)	Doses de $P_2O_5$ (kg ha <sup>-1</sup> )			
	0	25	50	100
304	1.374	1.458	1.536	1.676
388	1.706	1.814	1.916	2.104
447	1.729	1.854	1.973	2.195

Fonte: Silveira e Moreira (1990).

### Escolha do método de manejo da irrigação

Existem vários métodos para estimar a quantidade de água requerida pelo feijoeiro, sendo o balanço hídrico empregando o tanque Classe A (Figura 9), o qual integra variáveis meteorológicas e da cultura, um dos mais acessíveis aos irrigantes.

A irrigação do feijoeiro também pode ser manejada por tensiometria (Figura 10), 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.



**Figura 10.** Tensiômetro.

Cunha et al. (2013) estudaram o desempenho dessas três formas de manejo da irrigação: tensiometria, tanque Classe A e Penman-Monteith, no feijoeiro cultivado sob sementeira direta no Cerrado. Observaram (Tabela 6) que no método utilizando o tensiômetro, a quantidade de água que foi empregada na irrigação foi de 272 mm inferior aos métodos Penman-Monteith, de 341 mm e tanque Classe A, de 407 mm. O número de irrigação também foi menor, 32 no tensiômetro, 39 no Penman-Monteith e 45 no tanque Classe A. O manejo por tensiometria, com tensão crítica de 35 kPa, propiciou reduções de até 40% nas lâminas de água, porém, causou redução na produtividade de grãos do feijoeiro.

**Tabela 6.** Lâminas aplicadas e número de irrigações no feijoeiro com manejo pelos métodos de tensiometria, tanque Classe A e Penman-Monteith, em cada estágio fenológico da cultura, cultivar BRS Supremo, semeado no início de julho.

Estádios fenológicos <sup>1</sup>	Lâminas de água <sup>2</sup>		
	Tensiometria	Tanque Classe A (mm)	Penman-Monteith
V0	6,4	6,4	6,4
V1	12,8	12,8	12,8
V2	12,8	12,8	12,8
V3	12,5	23,5	12,5
V4	37,2	48,2	59,1
R5	21,9	54,8	32,8
R6	25,7	29,6	29,5
R7	43,8	76,7	65,7
R8	76,9	120,7	98,8
R9	21,9	21,9	10,9
Totais	272	407	341
Número de irrigações	32	45	39

<sup>1</sup>V<sub>0</sub>: germinação; V<sub>1</sub>: emergência; V<sub>2</sub>: folhas cotiledonares; V<sub>3</sub>: primeiro trifólio totalmente expandido; V<sub>4</sub>: terceiro trifólio expandido; R<sub>5</sub>: botões florais; R<sub>6</sub>: floração plena; R<sub>7</sub>: formação das vagens; R<sub>8</sub>: enchimento das vagens; R<sub>9</sub>: maturidade fisiológica. <sup>2</sup>Manejo da irrigação com tensiômetro e curva característica de retenção de água do solo na tensão crítica de 35 kPa.

Fonte: Cunha et al. (2013).



**Figura 9.** Tanque Classe A.

Fonte: Silveira e Stone (2001).

## Conclusão

Foram apresentadas evidências de que a adoção das práticas como: aumento da uniformidade de aplicação de água do pivô-central, aplicação de maiores lâminas de água por irrigação, irrigação à noite, otimização da época de semeadura, escolha do sistema de semeadura direta e de plantas de cobertura, cultivares mais precoces, menor população de plantas, adubação com nitrogênio e fósforo e escolha do método de manejo da irrigação, contribuem para minimizar a quantidade de água na irrigação do feijoeiro de outono-inverno. Algumas são muito eficientes, como semear o feijão mais cedo dentro do outono-inverno e o emprego da semeadura direta. Outras são simples, como operar o sistema pivô-central a baixas velocidades quando possível. A busca por cultivares precoces deve ser uma preocupação constante por parte dos programas de melhoramento da cultura. Essas práticas tomadas isoladas ou, preferencialmente, de forma conjunta são muito bem-vindas num cenário de escassez de recursos hídricos e considerando que a agricultura utiliza a maior parte da água disponível da terra.

## Referências

- ALVES JUNIOR, J.; SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F.; CUNHA, P. C. R. da. Retenção de água pelo dossel do feijoeiro irrigado por aspersão. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n.1, p. 90-97, jan./mar. 2010.
- ANDRADE, R. da S.; MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; CARVALHO, J. de A. Consumo relativo de água do feijoeiro no plantio direto em função da porcentagem de cobertura morta do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 35-38, jan./abr. 2002a.
- ANDRADE, C. A. de B.; REZENDE, R.; GONÇALVES, A. C. A.; FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L. de; BERTONHA, A. Variáveis de produção da cultivar de feijão lapar 57 em função da uniformidade de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Anais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002b. p. 441-444.
- CUNHA, P. C. R. da; SILVEIRA, P. M. da; NASCIMENTO, J. L. do; ALVES JUNIOR, J. Manejo da irrigação no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 7, p. 735-742, jul. 2013.
- FRIZZONE, J. A.; DOURADO NETO, D. Avaliação de sistemas de irrigação. In: MIRANDA, J. H.; PIRES, R. C. M. (Ed.). **Irrigação**. Piracicaba: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2003. p. 573-651.
- FRIZZONE, J. A.; OLLITA, A. F. L.; PEREIRA, G. T. Funções de resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao uso do nitrogênio e lâmina de irrigação: I. Região de produção racional. **Item**, Brasília, DF, n. 28, p. 26-32, mar. 1987.
- GUIMARÃES, C. M.; STEINMETZ, S.; PORTES e CASTRO, T. de A. Uso de microlisímetros na determinação da evapotranspiração do feijoeiro da seca. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982. p. 133-137. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 1).
- LI, J.; RAO, M. Sprinkler water distributions as affected by winter wheat canopy. **Irrigation Science**, New York, v. 20, n. 1, p. 29-35, 2000.
- MACK, H. J.; VARSEVELD, G. W. Response of bush snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to irrigation and plant density. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 107, n. 2, p. 286-290, Mar. 1982.
- MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. **Manejo da irrigação do feijoeiro em plantio direto: cobertura do solo**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 2 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em foco, 26).
- SILVA, S. C. da; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L. F. da; AMORIM, A. de O. **Informações meteorológicas para pesquisa e planejamento agrícola, referentes ao Município de Santo Antônio de Goiás, GO, 2012**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 29 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 298).
- SILVEIRA, P. M. da; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro a doses de fósforo e lâminas de água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 63-67, jan./abr. 1990.

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. (Ed.). **Irrigação do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 230 p.

STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar no crescimento, desenvolvimento radicular e requerimento d'água do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 6, p. 939-954, jun. 1994.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da. **Determinação da evapotranspiração para fins de irrigação**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. 49 p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 55).

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da; MOREIRA, J. A. A. **Efeito de palhadas de culturas de cobertura na evapotranspiração do feijoeiro irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 158).

TREUENFELS, A. von; MENDES, A. A. T. **Irrigação: manual de manejo**. São Bernardo do Campo: ASBRASIL, 1985. 29 p.

VIEIRA, H. J.; LIBARDI, P. L.; BERGAMASCHI, H.; ANGELOCCI, L. R. Comportamento de duas variedades de feijoeiro sob dois regimes de disponibilidade hídrica no solo. I. Extração de água do solo e evapotranspiração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 2, p. 165-176, fev. 1989.

### Comunicado Técnico, 225

**Embrapa**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA

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](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)  
1ª edição  
Versão online (2015)

### 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*