

32

Circular
TécnicaPlanaltina, DF
Abril, 2016

Autores

Omar Cruz RochaEngenheiro-agrônomo,
doutor em Agronomia,
pesquisador da Embrapa
Cerrados, Planaltina, DF**Antonio Fernando Guerra**Engenheiro Agrícola, doutor
em Engenharia de Irrigação,
pesquisador da Embrapa
Café, Brasília, DF**Gustavo Costa Rodrigues**Engenheiro-agrônomo,
mestre em Fisiologia Vegetal,
pesquisador da Embrapa
Informática Agropecuária,
Campinas, SP**Gabriel Ferreira Bartholo**Engenheiro-agrônomo, doutor
em Genética e Melhoramento
de Plantas, pesquisador da
Embrapa Café, Brasília, DF**Adriano Delly Veiga**Agrônomo, doutor em
Fitotecnia, pesquisador
da Embrapa Cerrados,
Planaltina, DF

Coeficientes Técnicos para Irrigação do Cafeeiro no Cerrado

Introdução

Ocupando 204 milhões de hectares, o Cerrado brasileiro representa 30% da biodiversidade do país, nele, originam-se três das maiores bacias hidrográficas da América do Sul: Tocantins-Araguaia, Prata e São Francisco, e os demais biomas (Pampas, Pantanal, Floresta Amazônica, Caatinga e Mata Atlântica) recebem alguma fração de água proveniente do Cerrado (RESCK et al., 2008; SANO et al., 2008). Nesse contexto, apenas 48% das áreas do Cerrado permanecem inalteradas, sendo as pastagens cultivadas (26,5%) e as culturas agrícolas (10,6%) as classes predominantes de uso da terra (SANO et al., 2008). Entre as culturas agrícolas perenes cultivadas no Cerrado, o café vem se consolidando, nas últimas três décadas, como responsável por importantes transformações socioeconômicas relacionadas ao agronegócio da região.

O estabelecimento do cultivo de café (*Coffea arabica* L.) no Cerrado foi favorecido pelas características ambientais e por tecnologias de cultivo já desenvolvidas para a cafeicultura de sequeiro de outras regiões do país. No entanto, a distribuição pluviométrica sazonal da região e as propriedades físico-hídricas dos solos, condicionaram o sucesso dessa atividade ao uso obrigatório da irrigação, devido aos aumentos de produtividade da cultura (COSTA et al., 2013; ROCHA et al., 2014; MARTINS et al., 2007) e da qualidade do café produzido.

Na cafeicultura, a espécie *Coffea arabica* L. é a mais difundida no Brasil, que é líder de produção mundial. Atualmente, sua área é de 1,76 milhões de hectares, responsáveis por cerca de 40 milhões de sacas beneficiadas colhidas em 2015, ano em que participou com 7% das exportações do agronegócio brasileiro. O Cerrado, nesse cenário, contribuiu com 15% dessa produção, sendo responsável por 5 milhões de sacas, resultantes de uma produtividade média de 36 sc.ha⁻¹, 38% maior do que a produtividade média nacional de 26,4 sc.ha⁻¹ (CONAB, 2016). Mesmo diante dessa realidade, condicionada principalmente pela irrigação, associado ao elevado grau tecnológico dos produtores, a produtividade de café no Cerrado poderia ser mais elevada tendo por base estudos recentes que demonstram potenciais de produção significativamente maiores (BONOMO et al., 2008; GUERRA et al., 2007).

O manejo inadequado da cultura e a degradação contínua da fertilidade dos solos são os principais fatores do baixo rendimento da cultura (GUIMARÃES; REIS, 2010). Nesse contexto, a adoção de tecnologias modernas, bem dimensionadas e criteriosamente instaladas, de acordo com o projeto, é de fundamental importância para a obtenção de sucesso na agricultura irrigada. No entanto, por si só, não promove os resultados esperados se não estiver associada a técnicas de manejo de irrigação eficientes, as quais são imprescindíveis para aumentar a rentabilidade da cultura a partir da otimização da produtividade e da qualidade do café produzido.

Vários são os critérios passíveis de serem utilizados para o manejo da água de irrigação. O melhor critério seria aquele que considerasse o maior número de fatores determinantes da transferência de água no sistema solo-planta-

atmosfera. Os critérios de manejo de água mais utilizados e estudados para cultura do café são normalmente fundamentados em medidas no solo e na atmosfera. Os baseados em medidas no solo têm como referência a determinação direta (sondas de umidade) ou indireta (tensiômetros) do conteúdo de água do solo. Já os métodos baseados em medidas climáticas variam desde simples medidas de evaporação de uma superfície livre de água (tanque classe A) até equações para estimativa da evapotranspiração de referência.

Uma diferença básica entre esses critérios é a definição do intervalo entre as irrigações, diferença fundamental para a escolha do método do ponto de vista operacional. Enquanto, nos critérios fundamentados em medidas de solo, a lâmina de água a ser aplicada permanece inalterada com intervalo entre as irrigações variável, os fundamentados em dados clima funcionam de forma inversa, ou seja, a lâmina é variável, de acordo com a demanda atmosférica, e o intervalo entre as irrigações é predefinido de acordo com as características da cultura, do solo e do sistema de irrigação. Na prática, essa diferença direciona o produtor a escolher métodos fundamentados no clima, uma vez que facilita o planejamento das operações agrícolas.

O objetivo desta circular técnica é fornecer aos técnicos e produtores, envolvidos na cadeia produtiva do café, parâmetros técnicos que possibilitem otimizar o manejo de irrigação do café no Cerrado.

Irrigação do Cafeeiro no Cerrado

Em geral, quatro são os principais métodos de irrigação existentes: por superfície, por aspersão, localizada e por subirrigação. Para cada método, existem diferentes sistemas de irrigação adaptáveis a diferentes condições de clima, solo, culturas, infraestrutura e potencial socioeconômico. No caso específico do café irrigado do Cerrado, a maioria das áreas é irrigada por métodos pressurizados, teoricamente com baixa perda de água entre o ponto de captação e o de distribuição, porém, a falta de informações por parte dos técnicos e produtores, relacionada às exigências de água do cafeeiro, e o descaso quanto ao manejo racional da irrigação têm contribuído para que se irrigue de forma deficiente ou em excesso.

Quando a irrigação ocorre em excesso, na tentativa de garantir que a falta de água não seja um fator de redução do rendimento, observam-se efeitos danosos ao cafeeiro, os quais, em consequência, trará prejuízos econômicos ao produtor e impactos ambientais negativos, tais como: lixiviação de nutrientes, contaminação do lençol freático e maior incidência de pragas e doenças, fato que contribui para a aplicação intensiva de insumos. Entretanto, quando a aplicação de água é deficiente, o cafeeiro não se desenvolve adequadamente causando reduções significativas na produção. Na prática, existe o momento certo de irrigar e a quantidade adequada de água a aplicar e o momento em que não se deve irrigar.

Nesse contexto, Guerra et al. (2005, 2007) propuseram uma estratégia de manejo de irrigação fundamentada em três princípios básicos:

- a) Implementação de uma estratégia de aplicação de água adequada à cultura.
- b) Aplicação de um período de estresse hídrico controlado para uniformização da florada.
- c) Ajuste na estratégia de adubação visando o equilíbrio nutricional.

Considerando uma lavoura com equilíbrio nutricional e, portanto, adequada à adoção da tecnologia, nas condições de Cerrado, a suspensão das irrigações, com o objetivo de promover o sincronismo no desenvolvimento das gemas florais, deverá ocorrer no final do mês de junho se estendendo até que mais de 80% das gemas reprodutivas atinjam o estágio de desenvolvimento E4, tendo como data limite para retorno das irrigações o quarto dia do mês de setembro ou a critério do cafeicultor, com base em sua experiência, podendo restringi-lo até os últimos dez dias de agosto. Após esse período inicia-se a aplicação de água. Dessa forma, recomenda-se uma lâmina de reposição de 40 mm aplicada em irrigações subsequentes de forma a preencher o perfil do solo até 0,40 m ou 0,50 m e, sequencialmente, iniciar o manejo da irrigação fundamentado em critérios racionais de manejo que atendam às necessidades hídricas da cultura e também permitam a presença de ar no solo potencializando o metabolismo radicular.

A quantidade total de água necessária para a irrigação do cafeeiro em produção no Cerrado, com

adoção de estresse hídrico controlado, depende das condições climáticas, do sistema de irrigação e do cultivar, entre outros fatores. Dessa forma, a depender da pluviosidade e de sua distribuição, a quantidade anual de água para irrigação no Cerrado pode variar de 900 mm a 1.200 mm. Essa demanda de água, denominada de evapotranspiração da cultura (Etc), engloba a água transpirada pela planta e a evaporada das superfícies do solo e da planta. Para fins de manejo da água de irrigação, a Etc é determinada indiretamente a partir da evapotranspiração de referência (Eto), que pode ser estimada por diversos métodos disponíveis na literatura, com destaque para o “PenmanMonteith”, considerado padrão para o cálculo diário de Eto. A Etc, em cada estágio de desenvolvimento da cultura, é obtida indiretamente multiplicando-se a Eto por um coeficiente de cultura “kc”, que incorpora as características e exigências hídricas do cafeeiro.

Resultados da Pesquisa

De janeiro de 2008 a dezembro de 2011, mensurou-se, na área experimental da Embrapa Cerrados, a demanda hídrica de cafeeiros em produção (*Coffea arabica* L.), cultivar Rubi MG1192, a partir do monitoramento da variação no conteúdo de água no perfil do solo realizado com auxílio de sondas de

umidade, modelo PR2 Soil Moisture Profile Probe da Delta-T Device.

A relação da evapotranspiração da cultura com a demanda evapotranspirométrica local, obtida a partir da determinação da evapotranspiração de referência (Eto) estimada pelo modelo PenmanMonteith com dados fornecidos pelo laboratório de biofísica ambiental da Embrapa Cerrados, permitiu a determinação dos coeficientes de cultura para o café nos diferentes meses do ano, tanto para cafeeiros submetidos a estresse hídrico controlado quanto para os submetidos a irrigação plena.

Na Tabela 1, encontram-se os valores médios mensais de coeficientes de cultura (kc) de quatro anos consecutivos, 2008 a 2011, para as diferentes fases fenológicas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), cultivar Rubi MG1192, obtidos na área experimental da Embrapa Cerrados em Planaltina, DF. Os valores médios anuais de Kc, embora tenham demonstrado variações sazonais, apresentaram um padrão ao longo dos anos com valor médio de 1,2 entre setembro a maio e abaixo de 0,9 entre junho e agosto, esses valores são similares aos apresentados por Guerra et al. (2005) e compatíveis com as fases fenológicas dos cafeeiros descritas por Camargo (1988).

Tabela 1. Valores médios mensais de coeficiente de cultura (kc) para os cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em Planaltina, DF para o período de janeiro de 2008 a dezembro de 2011.

Fases fenológicas do cafeeiro ⁽¹⁾		Forma de manejo	NMAE	Mês	Coeficiente de cultura (Kc) – média mensal				
1º ano	2º ano				2008	2009	2010	2011	Média
V+F	G	Irrigado	5	Jan.	1,18	1,16	1,12	1,25	1,18
			6	Fev.	1,16	1,23	1,10	1,29	1,20
			7	Mar.	1,13	1,24	1,15	1,27	1,20
			8	Abr.	1,15	1,12	1,05	1,14	1,12
I + Mg	M	EHC	9	Mai	1,08	1,06	1,03	1,10	1,07
			10	Jun.	0,81	0,89	0,80	0,90	0,85
			-	Jul.	0,89	0,86	0,87	0,87	0,87
			-	Ago.	0,91	0,85	0,93	0,83	0,88
V+F	C + E	Irrigado	1	Set.	0,99	0,95	1,04	0,94	0,98
			2	Out.	1,22	1,25	1,15	1,22	1,21
			3	Nov.	1,21	1,23	1,22	1,27	1,23
			4	Dez.	1,21	1,25	1,23	1,23	1,23

Número de meses após estresse hídrico controlado (NMAE), Vegetação (V), formação de gemas florais (F), Indução (I), Maturação das gemas florais (Mg), Granação (G), Maturação dos frutos (M), Repouso (R) e Folhas pequenas (Fp).

(1) Adaptado de Camargo (1998).

Estimativa da Evapotranspiração do Cafeeiro no Cerrado

No caso de cafeeiros submetidos a estresse hídrico controlado para uniformização de florada, considera-se que o ciclo anual de irrigação se inicia após o período de estresse hídrico. Os dados presentes na Tabela 1 permitiram ajustar a curva de kc em função de número de meses após estresse hídrico controlado (NMAE) (Figura 1).

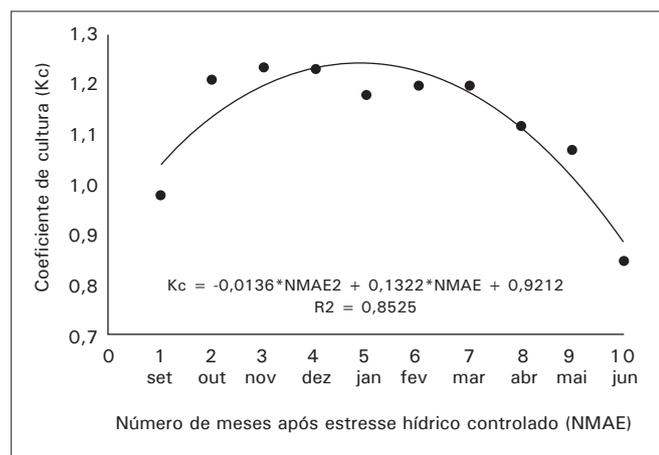


Figura 1. Relação entre o número dos meses após estresse hídrico controlado (MAE) e o coeficiente de cultura (kc) para cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em Planaltina, DF.

Dessa forma, a evapotranspiração da cultura do cafeeiro pode ser obtida, a partir da seguinte equação:

$$Etc = [Eto \times (-0,0136 \times NMAE^2 + 0,1322 \times NMAE + 0,9212)]$$

Em que: Eto é a evapotranspiração de referência em mm e NMAE o número de meses após o estresse hídrico controlado, variando de 1 a 10 ou de setembro a junho, respectivamente.

No entanto, para os casos em que os cafeeiros não sejam manejados com a adoção do estresse hídrico controlado, sendo, portanto, irrigados do final de junho ao final de agosto, deve-se adotar a equação padrão para determinar evapotranspiração da cultura nos meses de julho e agosto, ou seja:

$$Etc = [Eto \times Kc]$$

Considerações Finais e Recomendações

A Eto deverá ser calculada para o intervalo entre as irrigações que, em condições de Cerrado, pode variar de 3 até 5 dias, a depender da textura do solo, uma vez que solos mais argilosos apresentam maior capacidade de retenção de umidade. Contudo, normalmente, adota-se intervalo de 3 dias entre as irrigações do cafeeiro em razão da limitada capacidade de aplicação de água da maioria dos sistemas de irrigação instalados em áreas cafeeiras do Cerrado.

Referências

- BONOMO, R.; OLIVEIRA, L. F. C.; SILVEIRA NETO, A. N.; BONOMO, P. produtividade de cafeeiros arábica irrigados no Cerrado goiano. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 38, p. 233-240, 2008.
- CAMARGO, A. P. As oito fases fenológicas da frutificação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. *Anais...* Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1998. p. 41-42. v. 1.
- CONAB (Brasil). *Acompanhamento da safra brasileira: café 2013: quarta estimativa*. Brasília, DF, p. 1-103, maio, 2016.
- COSTA, A. R. da; SATO, J. H.; RAMOS, M. L. G.; FIGUEIREDO, C. C. de.; SOUZA, G. P. de.; ROCHA, O. C.; GUERRA, A. F. Microbiological properties and oxidizable organic carbon fractions of an oxisol under coffee with split phosphorus applications and irrigation regimes. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, Viçosa, v. 37, p. 55-65, 2013.
- GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C. Manejo do cafeeiro irrigado no Cerrado com estresse hídrico controlado. *Irrigação & Tecnologia Moderna*, n. 65/66, p. 42-45, 2005.
- GUERRA, A. F.; ROCHA, O. C.; RODRIGUES, G. C.; SANZONOWICZ, C.; RIBEIRO FILHO, G. C.; TOLEDO, P. M. R.; RIBEIRO, L. F. Sistema de produção de café irrigado: um novo enfoque. *Irrigação & Tecnologia Moderna*, Brasília, DF n. 73, p. 52-61, 2007.
- GUIMARÃES, P. T. G.; REIS, T. H. P. Nutrição e adubação do cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (Org.). *Café Arábica do plantio à colheita*. Lavras: Epamig, 2010. p. 343-414.
- MARTINS, C. C.; SOARES, M. A.; BUSATO, C.; REIS, E. F. dos. Manejo da irrigação por gotejamento no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 61-69, 2007.
- RESCK, D. V. S.; FERREIRA, E. A. B.; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; SÁ, M. A. C.; FIGUEIREDO, C. C. Manejo do Solo sob um Enfoque Sistêmico. In: FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A. L. (Org.). *Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008, p. 417-473.

ROCHA, O. C.; GUERRA, A. F.; RAMOS, M. L. G.; OLIVEIRA, A. da S.; BARTHOLO, G. F. Qualidade físico-hídrica de um latossolo sob irrigação e braquiária em lavoura de café no cerrado. **Coffee Science**, v. 9, n. 4, p. 516-526, out. 2014.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S. ; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do bioma cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, jan. 2008, p. 153-156, 2008.

**Circular
Técnica, 32**

Publicação disponível gratuitamente em:
<http://www.cpac.embrapa.br/publicacoes/cirtec/1>

Embrapa Cerrados

Endereço: BR 020, Km 18, Rodovia Brasília/
Fortaleza

Caixa postal: 08223 CEP 73310-970

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

E-mail: www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

1ª edição

1ª impressão (2016): 30 exemplares

**Comitê de
publicações**

Presidente: *Marcelo Ayres Carvalho*

Secretária executiva: *Marina de Fátima Vilela*

Secretárias: *Maria Edilva Nogueira e*

Alessandra Silva Gelape Faleiro

Expediente

Supervisão editorial: *Jussara Flores de O. Arbués*

Revisão de texto: *Jussara Flores de O. Arbués*

Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares Araújo*

Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Alexandre Moreira Veloso