

MANEJO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.)

DRIP IRRIGATION MANAGEMENT ON COFFEE CROP (*Coffea arabica* L.)

Cristiani Campos MARTINS¹, Antônio Alves SOARES², Camilo BUSATO³, Edvaldo Fialho dos REIS⁴

Engenheira Agrônoma, mestranda em Engenharia Agrícola, bolsista CNPq, Universidade Federal de Viçosa-UFV, Departamento de Engenharia Agrícola-DEA. cristianicmartins@yahoo.com.br. 2. Professor Titular, DEA/UFV. 3. Engenheiro Agrônomo, mestrando em Fitotecnia, UFV, bolsista FAPEMIG. 4. Professor. Adjunto, Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, CCA-UFES.

RESUMO: A irrigação localizada por gotejamento tem sido utilizada na cafeicultura irrigada em virtude de algumas vantagens, quando comparada a outros métodos, como a alta uniformidade de aplicação de água, maior eficiência operacional, economia de água e menor necessidade de mão-de-obra. Este sistema pode amenizar o problema de escassez de água, porém, técnicas de manejo são necessárias para melhor controle da quantidade de água aplicada, garantindo o bom desenvolvimento do cafeeiro. Irrigação deficitária ou em excesso pode acarretar perda de produtividade e redução na lucratividade.

PALAVRAS-CHAVE: Café. Irrigação. Manejo.

INTRODUÇÃO

A cultura do cafeeiro tem uma destacada importância no desenvolvimento econômico e social, propiciando um aumento de divisas e um desenvolvimento regional acentuado. O Brasil é o maior produtor mundial desse produto agrícola, tendo como maiores concorrentes o Vietnã e a Colômbia (NEHMI et al., 2000).

Dentre os estados brasileiros produtores de café, Minas Geras participa com mais de 40% da produção nacional. A maior concentração de lavoura de café se encontra na região sul do Estado, tradicionalmente produtora de cafés finos, com excelente qualidade de bebida (MENDES et al., 1995).

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2001) apresenta uma

classificação da produtividade média alcançada na cafeicultura, para diferentes regiões do estado de Minas Gerais, observada no Quadro 1.

O plantio de café no Brasil está geralmente situado em regiões em que as condições climáticas e o balanço hídrico são favoráveis. Regiões com estiagem prolongada foram marginalizadas para a prática da cafeicultura, porém com o progresso técnico-científico e a utilização de práticas agrícolas modernas como a irrigação, essas regiões já estão sendo incorporadas para o plantio de café, tanto para *C. arábica* quanto para *C. canephora*.

Nos últimos anos a utilização de sistemas de irrigação em cafezais brasileiros é cada vez mais freqüente. Por se tratar de uma prática relativamente nova na cafeicultura, a perspectiva promissora da adoção da irrigação deve ser estudada e analisada de forma detalhada no que diz

Quadro 1. Valores do parque cafeeiro (mil covas), área (ha), produção (mil sacas beneficiadas) e produtividade média (sacas ha⁻¹), para as diferentes regiões do estado de Minas Gerais (2001)

| UF/ Região | Parque cafeeiro | | | | Produção (mil sacas beneficiadas) | | | Produtiv. (sacas ha ⁻¹) |
|----------------------------|-----------------|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------------------|---------|--------|--|
| | Em formação | | Em produção | | Arábica | Robusta | Total | |
| | Área (há) | Cafeeiros (mil covas) | Área (há) | Cafeeiros (mil covas) | | | | |
| Minas Gerais | 164.900 | 679.000 | 891.100 | 2.287.000 | 12.700 | 40 | 12.740 | 12.30 |
| Sul/Oeste | 95.600 | 407.000 | 473.400 | 1.203.000 | 6.200 | --- | 6.200 | 13.10 |
| Triângulo/Alto Paranaíba | 22.500 | 105.000 | 140.700 | 459.000 | 2.900 | --- | 2.900 | 20.61 |
| Zona da Mata/Jequitinhonha | 46.800 | 167.000 | 277.000 | 625.000 | 3.600 | 40 | 3.640 | 13.14 |

respeito ao planejamento, dimensionamento, manejo e desenvolvimento da cultura (SOUZA, 2001).

A irrigação do cafeeiro tem sido realizada preferencialmente com uso de sistemas pressurizados por aspersão ou localizada (SOARES et al., 2001). Os sistemas de irrigação que aplicam água de forma localizada se caracterizam pela economia de água, pela pequena utilização de mão-de-obra, pelo grande potencial de automatização, pela manutenção de elevados níveis de água no solo para melhorar o desenvolvimento das culturas, pela possibilidade de se adequar às condições de solos pedregosos, rasos e topografia acidentada, pela possibilidade de aplicação de produtos químicos em solução na água de irrigação e pela redução dos riscos de contaminação das culturas (SCALOPPI, 1986). Hanson e Lamm (1995) apontam ainda como vantagens, a economia de fertilizantes, redução de custos culturais e o aumento em produtividade. Todas essas são razões pelas qual a utilização destes sistemas tem crescido no Brasil.

Segundo Gomes (1999), em uma instalação de irrigação por gotejamento, praticamente não se perde água no percurso desde o ponto de abastecimento até a saída dos gotejadores.

O manejo da irrigação com aplicações frequentes condiciona o solo a manter-se com teor adequado de água, favorecendo o desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, possibilitando maior produtividade (SOUSA, 1999). Karasawa et al. (2002), estudando o efeito de diferentes épocas de irrigação sobre a qualidade da bebida do café, na região de Lavras - MG observou a influência não só no aumento da produtividade, mas também na qualidade de bebida.

Irrigação na cultura do café

A cafeicultura constitui uma das mais importantes atividades agrícola do país desde o século passado, e até poucos anos foi explorada quase exclusivamente em áreas não irrigadas. As mudanças no perfil da cafeicultura brasileira na última década potencializaram a busca de sistemas altamente tecnificados, que incorporam avanços técnicos e uma gestão empresarial, tanto em nível de pequenos quanto de grandes cafeicultores. Dentre estes avanços destaca-se a utilização da irrigação, que pode proporcionar menores riscos e maior eficiência na utilização e aplicação de insumos, além de maior produtividade e melhor qualidade do produto (MANTOVANI, 2000).

Devido à expansão da cafeicultura, hoje se produz café de excelente qualidade utilizando a

irrigação em regiões anteriormente consideradas marginais, com períodos extensos de deficiência hídrica (ROTONDANO, 2004). De acordo com Mantovani (2003), a irrigação em cafeeiros já é uma prática bastante recomendada na maioria das regiões produtoras do País; estimativas indicam que a cafeicultura irrigada já ocupa cerca de 8 a 10% da cafeicultura brasileira, totalizando 200.000 ha, distribuídos principalmente nos estados do Espírito Santo (60 a 65%), Minas Gerais (20 a 25%) e Bahia (10 a 15%).

O uso da técnica de irrigação, por gotejamento superficial ou subsuperficial, em cafeeiros acarreta produção significativamente superior aos cafeeiros não irrigados (VICENTE et al., 2003). Na ausência da prática da irrigação em áreas aonde o déficit hídrico chega a comprometer a produção, o país deixaria de produzir de 2 a 2,5 milhões de sacas beneficiadas por ano (SANTINATO et al., 1996).

A possibilidade de aumento na produtividade de cafeeiros irrigados em diversas regiões do Brasil faz com que esta técnica seja uma das mais estudadas em projetos de pesquisa. Diversos estudos e observações, principalmente direcionados à difusão de tecnologia entre produtores, trazem como resultado final a comparação entre a produtividade de cafeeiros irrigados versus não-irrigados.

A produtividade regular de uma lavoura de café no Brasil está entre 10 e 20 sacas de café beneficiado por hectare, sendo considerada boa quando superior a 20 sacas/ha (MINISTÉRIO..., 1996). Vários autores já constataram um aumento significativo da produtividade em cafeeiros irrigados, quando comparados a cultivos não-irrigados (FERNANDES et al., 1998; ANTUNES et al., 2000). Matiello e Dantas (1987), Santinato et al. (1996) e Faria et al., (2000), encontraram, respectivamente, incrementos na produtividade de 49%, 48% e de 54,69% em cafeeiros irrigados, quando comparados com cafeeiros não irrigados, em várias regiões do Brasil.

Comparando resultados de produtividade de cafeeiro não-irrigado, irrigado e fertirrigado para as safras de 1998 até 2000, Antunes et al. (2000) encontraram aumentos de 66% e 123% nas áreas irrigadas e irrigada-fertirrigada, respectivamente, quando comparados aos tratamentos não-irrigados. Faria et al. (2000), estudando os efeitos de lâminas de irrigação sobre a produtividade do cafeeiro, na região sul de Minas Gerais, obtiveram aumentos em produtividade da ordem de 25 a 54%. Resultados semelhantes foram encontrados por Soares (2001), como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Produção de café, em sacas beneficiadas por hectare

| Tratamentos | Produção (Sc ha ⁻¹) |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Irigado por gotejamento | 34,97 |
| Irigado por gotejamento enterrado | 33,21 |
| Não irrigado | 16,47 |

Fonte: Soares, 2001

A exigência do cafeeiro em umidade do solo é bastante variável, de acordo com as fases do ciclo da planta. Para as condições do Brasil, no período de vegetação e frutificação que vai de outubro a maio, o cafeeiro precisa de umidade facilmente disponível no solo. Na fase de colheita e repouso, de junho a setembro, a necessidade de umidade é pequena (MATIELLO, 1991).

O tamanho final do grão cereja depende acentuadamente da precipitação ocorrida no período de 10 a 17 semanas após o florescimento, período este considerado de expansão rápida do fruto. A expansão celular que delimita o tamanho do fruto, que ocorre nesta fase, é sensível ao déficit de água (RENA; MAESTRI, 1987). Matiello et al. (1995) observaram, no sul de Minas Gerais e no Estado do Rio de Janeiro, no período de 1994/95, em cafeeiros das espécies arábica e canephora, o abortamento de botões florais antes de sua abertura, após chuvas insuficientes de 3 a 8 mm, que

provocaram o crescimento inicial dos botões, que não chegam a abrir, secando em seguida.

Sistema de irrigação por gotejamento

De acordo com Christofidis (2004), apenas 5,5% da área cultivada no Brasil é irrigada, representando cerca de 3.630.000 ha, porém é responsável por 35% da produção nacional. A irrigação localizada, até o ano de 2004, ocupava uma área de 390.000 ha, ou seja, 11% da área irrigada no Brasil.

Como a irrigação é responsável por grande parte da água consumida no Brasil e no mundo, a seleção de sistemas de irrigação mais eficientes é essencial para economia de água. Eficiência de irrigação é definida como a relação entre a quantidade de água utilizada pela cultura e a quantidade total aplicada pelo sistema. Valores médios de eficiência de irrigação para diferentes sistemas são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Eficiência e consumo de energia de diferentes métodos de irrigação

| Método de irrigação | Eficiência de Irrigação (%) | Uso de Energia (kWh m ⁻³) |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Superfície | 40 a 75 | 0,03 a 0,3 |
| Aspersão | 60 a 85 | 0,2 a 0,6 |
| Localizada | 80 a 95 | 0,1 a 0,4 |

Fonte: Marouelli e Silva (1998).

A introdução de sistemas de irrigação por gotejamento em escala comercial na cultura do café ocorreu a aproximadamente dez anos no país, mais especificamente durante os anos 90. Na segunda metade dessa década, os sistemas de gotejamento se popularizaram e sua aplicação em lavouras de café cresceu de forma significativa. Estima-se que aproximadamente 15 a 20 mil hectares de café estejam sendo irrigadas por gotejamento no Brasil e os números crescem a cada ano (AGRIANUAL, 2002).

Atualmente com 2ª aproximação feita pelo MAA/PROCAFÉ, podem-se estabelecer os parâmetros de aptidão hídrica para a cultura do café, conforme Quadro 2.

Em nosso país a introdução do método de irrigação por gotejamento, como fonte

complementar de dotação hídrica, principalmente nos estados da Região Sul e Sudeste, tem apresentado uma série de características altamente favoráveis como: aproveitamento de pequenos mananciais hídricos; maior eficiência operacional; economia de água, pois propicia disponibilidade direta da água para a planta; e além disso, a superfície molhada é menor, pois a água penetra no solo formando um bulbo molhado, possibilitando umidade necessária ao desenvolvimento do sistema radicular da planta. Ao reduzir o volume de solo molhado, a irrigação por gotejamento caracteriza-se também pela alta frequência, fazendo com que o solo mantenha-se sempre próximo da capacidade de campo.

Quadro 2. Universo cafeeiro com necessidade de irrigação. Base: Zoneamento agroclimático (DH = P-EP), onde: EP = evaporação (solo) + transpiração (planta).

| DH/ano (mm) | APTIDÃO HÍDRICA |
|-------------|------------------------|
| (1) <100 | Sem irrigação |
| (2) 100-150 | Irrigação ocasional |
| (3) 150-200 | Irrigação complementar |
| (4) >200 | Irrigação obrigatória |
| (1) <150 | Sem irrigação |
| (2) 150-200 | Irrigação ocasional |
| (3) 200-400 | Irrigação complementar |
| (4) >400 | Irrigação obrigatória |

(1) Não ocorre DH prejudicial (Ex.: Varginha – MG); (2) Maioria dos anos ocorrem prejuízos (Ex.: Araguari – MG); (3) Todos os anos ocorrem prejuízos (Ex.: Paracatu – MG); (4) Limitante em termos de vegetação e produção, em função das fases fenológicas (Ex.: Barreiras – BA)

Além da baixa quantidade de chuvas e da distribuição irregular ao longo dos anos, as regiões norte do Espírito Santo e sul da Bahia estão se tornando conhecidas pela escassez de água, que a cada período de estiagem torna-se mais grave, comprometendo a produtividade até mesmo de uma cultura resistente a temperaturas mais altas, como a do café conilon (CAMARGO; PEREIRA, 1990). Já nas áreas de cerrado do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, as deficiências hídricas ocorrem no período de florescimento e frutificação do cafeeiro, e o emprego da irrigação tem mostrado bom retorno econômico, com aumentos significativos na produção (MATIELLO, 1991).

A irrigação por gotejamento apresenta estreita relação de aplicabilidade com a cultura do café, motivo pelo qual vem apresentando uma ampla expansão. Trata-se do sistema que melhor ajusta-se à irrigação do cafeeiro; normalmente é utilizada distribuindo a tubulação de polietileno ao lado da linha de plantio sobre a superfície do solo. Nos últimos projetos vem se debatendo o uso de sistemas enterrados, para não influenciar e não ser influenciado pelos tratamentos culturais e colheitas (MANTOVANI, 2000).

É um sistema que exige filtragem da água para evitar o entupimento dos emissores. Os filtros são instalados no cabeçal de controle, onde também são instalados acessórios de controle de vazão e pressão, sistema de injeção de fertilizantes e outros acessórios. As causas mais comuns de entupimento são as precipitações de carbonato de cálcio, compostos de fosfato de cálcio, óxido de ferro, crescimento de algas e formação de biofilme por bactérias (AYERS; WESTCOT, 1985).

O entupimento de emissores afeta diretamente a uniformidade de distribuição de água do sistema, sendo necessária uma avaliação periódica. A uniformidade de distribuição de água constitui em informação extremamente importante

para a avaliação de sistemas de irrigação localizada, tanto na fase de projeto como na de acompanhamento do desempenho do sistema após sua implantação, fator fundamental para o sucesso do empreendimento (FAVETTA; BOTREL, 2001).

Manejo da irrigação

No Brasil, a grande maioria dos usuários da agricultura irrigada não adota qualquer estratégia de uso e manejo racional da água de irrigação. Apesar da disponibilidade de vários métodos de manejo, os irrigantes não têm sido receptivos a qualquer método em particular (ESPINDULA NETO, 2002). Segundo Jensen (1983), os principais fatores que colaboram para tal ocorrência são os baixos custos da água de irrigação, em comparação com o custo de implantação de um programa de manejo, bem como a dificuldade na identificação e quantificação da redução na produtividade devido ao atraso na irrigação, à fertilização imprópria e irrigação excessiva.

A irrigação pode ajudar muito aos agricultores, porém os riscos desta tecnologia devem ser criteriosamente estudados e analisados, objetivando-se sempre que o incremento nos rendimentos sejam maiores que os custos. Não se pode pensar em agricultura irrigada apenas como acréscimo de água ao sistema de produção tradicional. A irrigação modifica o ambiente agrícola, criando um novo sistema de produção que deve ser planejado e tratado de forma diferenciada. O aumento da produtividade só ocorre se houver uma integração entre todos os componentes do sistema de produção (SANTOS, 2004).

Existem diferentes procedimentos que podem ser adotados como critérios apropriados para realização do manejo da água de irrigação, sendo a maioria baseada em medidas do "status" da água em um ou mais componentes do sistema solo-planta-atmosfera (JAMES, 1988). O manejo

racional da água de irrigação pode ser realizado via planta, solo, clima ou pela combinação destes.

O manejo via planta pode ser realizado por meio de avaliações do estado hídrico da cultura, como os métodos que avaliam: temperatura foliar, potencial de água nas folhas, resistência estomática, grau de turgescência das plantas, fluxo de seiva, dentre outros. Estes métodos são promissores, entretanto, devido à complexidade envolvida e também a falta de informações mais específicas, eles ainda não tem sido usados em grande escala.

O manejo da irrigação via clima pode ser realizado pela reposição da água consumida pela cultura desde a última irrigação, ou ainda, por meio do balanço hídrico. O balanço hídrico considera todos os fluxos de água que entram e saem do volume de solo explorado pelas raízes. A irrigação, a precipitação e a ascensão capilar são as componentes de entrada no balanço hídrico e as perdas por percolação profunda, escoamento superficial e consumo de água pelas plantas são as componentes de saída.

O manejo de irrigação via solo considera a umidade do solo onde o sistema radicular da cultura está se desenvolvendo e pode ser feito usando tensiômetros, mas requerem manutenção adequada e freqüente. Outros métodos compreendem sensores eletrométricos e por dissipação térmica, sonda de nêutrons, sonda envirosca, TDR (reflectometria no domínio do tempo), tomografia computadorizada e atenuação de raios gama.

Na instalação de tensiômetros, ou qualquer outro instrumento de medição ou estimativa da umidade do solo, deve-se escolher cuidadosamente o local de implantação, pois esses aparelhos refletem medidas pontuais (PIRES et al., 2001). Essa localização dos sensores de tensão, pontos de emissores e planta é de extrema importância para o adequado manejo da água de irrigação. Coelho et al. (1995) afirmaram que o local de monitoramento do estado da água no solo, para gotejador instalado na superfície do solo, corresponde às profundidades de 0,1 a 0,4 m, e distâncias radiais do gotejador maiores que 0,1 m.

Em 1999 foi desenvolvido e patenteado pela EMBRAPA, o sistema Irrigas (CALBO, 2000), que possibilita o monitoramento da água do solo, sendo necessários estudos de validação desse equipamento sobre condições contínuas de campo. Resultados promissores de pesquisa com o uso do Irrigas para o manejo da irrigação do cafeeiro foram apresentados por Santana (2003) e por Viana (2004).

Em relação à quantidade de água, diversos trabalhos vêm sendo conduzidos para estabelecer técnicas de manejo da irrigação. Muitos estabelecem a quantidade ideal em função da lâmina evaporada do tanque classe A, ou do valor do potencial matricial limite e outros em função do valor de Kc (MARTINS et al., 2004). Trabalhos em que o cafeeiro é irrigado por pivô central e gotejamento indicam que 60% e 100% da ECA, respectivamente, são os valores que devem ser utilizados para cálculo da irrigação visando obter melhor desenvolvimento vegetativo e produtividade. Estes trabalhos não indicam que estes percentuais devam variar ao longo do ano (MARTINS et al., 2004; SILVA et al., 2003)

O manejo da água de irrigação está diretamente relacionado com as necessidades hídricas das culturas, com as características hidráulicas do sistema de irrigação selecionado e com a capacidade de retenção de água pelo solo na profundidade efetiva da raiz da cultura (SOARES et al., 1998). A aplicação da água de irrigação em excesso pode levar à poluição de rios, lagos e lençol freático, devido à lixiviação de elementos tóxicos e nutrientes; já em quantidade insuficiente pode resultar em estresse hídrico da cultura e afetar o crescimento normal das plantas.

O cafeeiro é conhecido como uma cultura que em um ano produz bem e no outro a produção é bem inferior. Porém, se o manejo da lavoura for adequado, essa bianualidade pode ser minimizada, diminuindo os riscos de perdas de produção (SALOMÃO, 2000). Dadalto e Prezotti (1995), estudando a viabilidade e os efeitos da irrigação do café conilon sobre a produção de frutos nos diferentes estádios fenológicos da cultura, verificaram que os melhores períodos para a irrigação, evidenciando o maior retorno na produtividade, foram aqueles compreendidos do abotoamento à floração (março a agosto) e da floração ao pegamento de frutos (julho a outubro).

O reconhecimento da complexidade envolvida no manejo de água em irrigação tem ocasionado, nos últimos anos, uma tendência à mudança nos métodos utilizados para o manejo de água na irrigação. Assim, tem sido observado aumento na utilização de modelos agrometeorológicos, para a determinação das relações água-solo-planta-atmosfera (COSTA, 1997).

Em face da ausência de resultados de pesquisa, a implantação e, principalmente, o manejo dos sistemas de irrigação estão sendo realizados de forma empírica e desordenados, havendo assim, a necessidade de se estudar o real

benefício desta prática e as melhores alternativas de manejo (DADALTO; PREZOTTI, 1995).

CONCLUSÃO

Por meio desta revisão observa-se que há uma grande necessidade de implantação de

sistemas de manejo para a agricultura irrigada, tendo em vista que a maioria dos usuários não adota nenhuma estratégia de uso racional da água de irrigação. O manejo adequado da lavoura cafeeira promove aumento da produtividade, além de influenciar na qualidade de bebida e diminuir os riscos de perdas na produção.

ABSTRACT: The drip irrigation system has been used on coffee crop for some advantages, when compared with other methods, as the high uniformity of water application, greater operational efficiency, water economy and minor manual work necessity. This system can reduce the problem of water scarcity, however management techniques are necessary for a great control of the amount of water applied, guaranteeing the good development of the coffee plants. Deficit irrigation or excess irrigation can cause losses in the productivity and reduction of the profitability.

KEYWORDS: Coffee plant. Irrigation. Management.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2002 - **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP consultoria e comércio, 2002. 536 p.
- ANTUNES, R. C. B.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R.; RENA, A. B.; BONOMO, R. Área de observação e pesquisa em cafeicultura irrigada na região das vertentes de Minas Gerais – resultados de 1998/2000. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ/MINASPLAN, 2000. p. 823-826.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Obstruções nos sistema de irrigação localizada. In: AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na Agricultura**, p. 122-127, 1985.
- CALBO, A. G. **Sistema de controle gasoso de irrigação baseado na determinação de umidade do solo por meio de cápsulas porosas**. Brasília: EMBRAPA HORTALIÇAS, 2000. 10 p. (BR PI 0004264-1).
- CAMARGO, A. P. de; PEREIRA, A. R. **Prescrição de rega por modelo meteorológico**. Campinas: Fundação Cargill, 1990. 27 p.
- COELHO, E. F.; OR, D.; ANDRADE, C. de L.T. de. Avaliação de regime permanente em irrigação por gotejamento e posicionamento de sensores de umidade e de potencial matricial no bulbo molhado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 11, p. 1327-1333, 1995.
- COSTA, L. C. Modelagem e Simulação em Agrometeorologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. Mesas-redondas (Suplemento). **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p. 3-20.
- CHRISTOFIDIS, D. **Irrigação no Mundo e no Brasil**. Brasília: ABIMAQ/CSEI. 2004. Disponível em: <www.pivotvalley.com.br/valley/mestre/irrig_mundo_e_brasil.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2006.
- DADALTO, G. G.; PREZOTTI, L. C. **Irrigação do café**. In: COSTA, E. B. (Coord.). Manual técnico para a cultura do café no estado do Espírito Santo. Vitória: SEAG-ES, 1995. 163 p.
- EMBRAPA. **Café em números**: Previsão de safra e parque cafeeiro. Safra 2001/2002. Disponível em: <www.embrapa.br/cafe>. Acesso em: 03 dez. 2006.

- ESPINDULA NETO, D. **Uso racional de água e de energia elétrica na cafeicultura irrigada por pivô central e gotejamento**. 2002. 126 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- FARIA, M. A. de; GUIMARÃES, R. J.; SILVA, E. L. da; ALVES, M. E. B.; SILVA, M. de L. O.; VILELLA, W. M. da C.; OLIVEIRA, L. A. M.; COSTA, H. de S. C. Influência das lâminas de irrigação na maturação e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) – 1ª colheita. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DE CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ/MINASPLAN, 2000. p. 924-927.
- FAVETTA, G. M.; BOTREL, T. A. Uniformidade de sistemas de irrigação localizada: validação de equações. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 427-430, 2001.
- FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, R.; LESSI, R.; YAMADA, A.; SILVA, V. A. Efeito do déficit hídrico e do uso de granulados de solo para recuperação de lavouras irrigadas por sistema de gotejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 97-99.
- GOMES, H. P. **Engenharia de Irrigação: Hidráulica dos Sistemas Pressurizados, Aspersão e Gotejamento**. 3 ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 412 p.
- HANSON, B. R.; LAMM, F. R. Drip irrigation of row crops: an overview. In: INTERNATIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 5., 1995, Orlando. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 1995. p. 651-655.
- JAMES, L. G. **Principles of farm irrigation system design**. New York: John Wiley & Sons, Krieger Publishing Company, 1988. 543 p.
- JENSEN, M. E. **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph. Madison, American Society of Agricultural Engineers, 1983. 829 p.
- KARASAWA, S.; FARIA, M. A. de; GUIMARÃES, R. J. Resposta do cafeeiro cv. Topázio MG – 1190 submetido a diferentes épocas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 28-34, 2002.
- MANTOVANI, E. C. A irrigação do cafeeiro. In: **Irrigação & tecnologia moderna**. Brasília: ABID, v. 48, p. 45-49, 2000.
- MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R. **Irrigação do cafeeiro: informações técnicas e coletânea de trabalhos**. Viçosa: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais: UFV, DEA, 2003, 260 p. (Boletim Técnico, 8).
- MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Seleção de Sistemas de Irrigação para Hortaliças**. Brasília: Embrapa. 1998. 15 p.
- MARTINS, C. de P.; CUSTÓDIO, A. A. P.; GOMES, N. M.; LIMA, L. A. Produção e desenvolvimento do cafeeiro irrigado. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 14., 2004, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2004. CD-ROM
- MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. 320 p.
- MATIELLO, J. B.; DANTAS, F. A. S. Desenvolvimento do cafeeiro e do sistema radicular com e sem irrigação em Brejão (PE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 14., 1987, Campinas. **Resumos...** MAA/PROCAFÉ, 1987. p. 165.

MATIELLO, J. B.; MIGUEL, A. E.; VIEIRA, E.; ARANHA, E. Novas observações sobre os efeitos hídricos no pagamento da florada de cafeeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 21., 1995, Caxambú. **Resumos...** Caxambu:IBC, 1995. p. 60.

MENDES, A. N. G.; ABRAHÃO, E. J.; CAMBRAIA, J. F.; GUIMARÃES, R. J. Recomendações Técnicas para a cultura de cafeeiros no sul de Minas. In: ENCONTRO SUL MINEIRO DE CAFEICULTORES, 1995, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 1995. 76 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO - PROCAFÉ. **Diagnóstico da cafeicultura em Minas Gerais**. Belo Horizonte: Faemg, 1996. 52 p.

NEHMI, I. M. D. *et al.* **Agriannual 2001**. São Paulo: Oeste Gráfica, 2000. 544 p.

PIRES, R. C. M.; SAKAI, E.; ARRUDA, F. B.; FOLLEGATTI, M. V. Necessidades hídricas das culturas e manejo da irrigação. In: MIRANDA, J. H. de; PIRES, R. C. M. (Eds.). **Irrigação**. Piracicaba: FUNEP, 2001. Seção 1, p. 121-194. (Série Engenharia Agrícola, 1).

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Ecofisiologia do cafeeiro. In: CASTRO, R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T., (Ed.). **Ecofisiologia do cafeeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e do Fósforo, 1987. p. 119-147.

ROTONDANO, A. K. F. **Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação**. 2004. 60 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

SALOMÃO, H. **Fertirrigação no café: Ferramenta indispensável para alta produtividade**. 2000. Disponível em: <http://www.fertirrigacao.com.br/artigos_cafe01.htm>. Acesso em: 26 mar. 2006.

SANTANA, M. S. **Crescimento inicial de duas cultivares de cafeeiro adensado influenciado por níveis de irrigação localizada**. 2003. 50 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café**. Campinas: Arbore, 1996. 146 p.

SANTOS, S. S. dos. **Influência da aplicação, via irrigação por gotejamento, de esgoto sanitário tratado na cultura do cafeeiro e no solo**. 2004. 70 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

SCALOPPI, E. D. Características dos principais sistemas de irrigação. **ITEM – Irrigação e Tecnologia Moderna**, n. 25, p. 22-27, 1986.

SOARES, A. R. **Irrigação, fertirrigação, fisiologia e produção em cafeeiros adultos na região da Zona da Mata de Minas Gerais**. 2001. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

SOARES, J. M.; COSTA, F. F.; SANTOS, C. R. Manejo de irrigação em fruteiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p. 281-309.

SOUSA, V. F. de; COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. de. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 659-664, 1999.

SOUZA, J. L. M. de. **Modelo para análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para cultura do cafeeiro**. 2001. 253 p. Dissertação (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

VIANA, J. L. B. **Manejo da irrigação por gotejamento durante o segundo ano de cultivo do cafeeiro adensado**. 2004. 44 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

VICENTE, M. R.; SOARES A. R.; MANTOVANI E. C.; FREITAS A. R. Efeito da irrigação e do posicionamento dos gotejadores (superficial e subsuperficial) na produtividade de cafeeiros na região do cerrado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003. Porto Seguro. **Anais...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ, 2003. p. 124-125.