

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

MARINA DE ALCÂNTARA RUFINO

**QUANTIDADE DE ÁGUA APLICADA POR GOTEJAMENTO NO CRESCIMENTO
VEGETATIVO E NA PRODUÇÃO DO CAFEIEIRO**

**Uberlândia
Maio – 2008**

MARINA DE ALCÂNTARA RUFINO

**QUANTIDADE DE ÁGUA APLICADA POR GOTEJAMENTO NO CRESCIMENTO
VEGETATIVO E NA PRODUÇÃO DO CAFEIEIRO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Agronomia,
da Universidade Federal de Uberlândia,
para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Reges Eduardo Franco
Teodoro

**Uberlândia
Maio – 2008**

MARINA DE ALCÂNTARA RUFINO

**QUANTIDADE DE ÁGUA APLICADA POR GOTEJAMENTO NO CRESCIMENTO
VEGETATIVO E NA PRODUÇÃO DO CAFEIEIRO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Agronomia,
da Universidade Federal de Uberlândia,
para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 21 de maio de 2008.

Prof. Dr. Benjamim de Melo
Membro da Banca

Prof. Dr. Hudson de Paula Carvalho
Membro da Banca

Prof. Dr. Reges Eduardo Franco Teodoro
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que tornou esse trabalho possível e me dá forças à cada etapa da minha vida.

Tenho a agradecer ao professor Reges pela orientação e aos professores Benjamim, Hudson, Denise e João Paulo que sempre estavam dispostos a me ajudar e ensinar ao longo desses anos de trabalho e convivência.

Gostaria de agradecer também, ao meu pai Rogério, minha mãe Edith, minha avó Gercionita e minhas irmãs Karen e Kelly, que tanto esforço fizeram para que eu atingisse o meu ideal.

Reverência se faz necessário, também, aos meus amigos de classe e aos colegas do Grupo PET que me deram a alegria de poder conviver todos esses anos de estudo e trabalho.

Agradeço aos amigos do Projeto Café, Valdeci, Antônio Alves de Freitas, César Antônio da Silva e Ricardo Lambert, que não mediram esforços em me ajudar nas várias etapas desta monografia.

RESUMO

O experimento foi conduzido na área do Setor de Irrigação da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia-MG, e teve como objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo e a produção do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), cultivar Acaiá Cerrado – 1474, sob diferentes quantidades de água aplicadas por gotejamento. Os cafeeiros foram implantados em fevereiro de 2004 no espaçamento de 3,5 m entre linhas e 0,7 m entre plantas. O período de avaliação correspondeu de fevereiro de 2004 a julho de 2006. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco lâminas de irrigação, correspondentes às porcentagens da evaporação da água do tanque classe A (ECA), de 0% (testemunha), 40%, 80%, 120%, e 160%. As parcelas foram constituídas por três fileiras com oito plantas cada, sendo avaliadas as quatro plantas centrais da linha do meio. O sistema de irrigação utilizado foi o localizado por gotejamento, com gotejadores autocompensantes espaçados em 0,75 m, com vazão de 3,5 L h⁻¹. Foram avaliados os parâmetros de desenvolvimento vegetativo, os quais se incluíram: diâmetros de copa, altura das plantas e diâmetro do caule; os parâmetros de produção: produtividade, rendimento e renda. Todos os parâmetros avaliados não obtiveram diferença significativa, exceto para renda. O melhor valor de renda obtido dentro o intervalo de quantidades de água estudado foi a de 160% da ECA com 1,91 kg de café em coco para produzir 1,0 kg de café beneficiado. Apesar de não ter havido diferença significativa para produtividade, as médias variaram de 8,94 sc ha⁻¹ para o tratamento sem irrigação a 21,93 sc ha⁻¹ para a quantidade de água de 40% da ECA.

ABSTRACT

The experiment was carried out in the Irrigation Sector of the Federal University of Uberlândia, in the city of Uberlândia, MG. The objective of the work was to evaluate the vegetative growth and production of the coffee tree (*Coffea arabica* L.) cultivar Acaia Cerrado – 1474, under different amount of water by drip irrigation. The coffee tree was planted in February 2004 with a space of 3.5 m between lines and 0.7 m between plants. The period evaluated was from February of 2004 to July of 2006. The experimental design was a complete randomized block with five treatments and four replications. The treatments consisted of five depths of irrigation, corresponding to the percentages of evaporation of the water from the class A pan (ECA), of 0%, 40%, 80%, 120% and 160%. The plots were formed by three rows with eight plants each, and it was evaluated the four central plants of the line in the middle. The used irrigation system was the drip one, with compensated dripper spaced in 0.75 m, with a flow rate of 3.5 L h⁻¹. The vegetative growth parameters of the coffee tree were evaluated, being them: canopy diameter, plant height and stem diameter. The production parameters were also evaluated, being them the yield, income and recovery. There was no significant difference for all the parameters studied, except the plant recovery. Among the rates of the amount of water studied, the best result for recovery was 160% of the ECA with 1,91 kg of harvested coffee (coffee berries) to produce 1,0 kg of processed coffee (green beans). In spite of not having significant differences for yield, the averages ranged from 8,94 sc ha⁻¹ for the treatment with no irrigation to 21,93 sc ha⁻¹ for the treatment of 40% of the ECA.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	07
2	REVISÃO DE LITERATURA	09
3	MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1	Local de instalação do experimento	12
3.2	Condução do experimento	12
3.3	Tratamentos e delineamento experimental	14
3.4	Irrigação	14
3.5	Características avaliadas	16
3.6	Análise estatística	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1	Clima local	17
4.2	Desenvolvimento vegetativo	20
4.3	Produção	22
5	CONCLUSÕES	25
	REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro (*Coffea* sp.) é um arbusto da família Rubiaceae e do gênero *Coffea*, da qual se conhecem 103 espécies. O café é originário das terras altas da Etiópia e foi difundido para o mundo através do Egito e da Europa. As primeiras plantações no Brasil foram feitas pelos portugueses na Região Norte do país, em 1727. As sementes foram trazidas por Francisco de Mello Palheta depois de uma viagem à Guiana Francesa. As condições climáticas não eram as melhores nessa região e por isso o café difundiu-se para a região Sudeste. Logo o negócio do café desenvolveu-se e se tornou a mais importante fonte de receitas do Brasil durante muitas décadas, levando o estado de São Paulo na primeira parte do século XX, a ser um dos mais ricos do país.

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2008), na safra 2007/08 a estimativa de produção nacional de café será de 45.544 mil sacas de 60 quilos de café beneficiado, superior à safra passada em 35,00% (11.804 mil sacas de café beneficiado). O referido acréscimo deve-se basicamente à biennialidade positiva e à recuperação parcial das lavouras com a regularização das chuvas, a partir da 2ª quinzena de outubro, associados aos bons tratamentos culturais nas principais regiões produtoras. Esse incremento poderia ser bem maior se não fosse a estiagem registrada nas regiões cafeeiras. A produção de café da espécie *Coffea arabica* representa 76,19% (34.700 mil sacas de café beneficiado) da produção do País, enquanto que o *Coffea canephora* corresponde a 23,81% da produção (10.844 mil sacas de café beneficiado).

Segundo Agriannual (2007), o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, sendo responsável por cerca de 35% da produção mundial. Além disso, é o segundo mercado consumidor depois dos Estados Unidos da América. Há muitos anos cultivados em nosso país, o café é um dos mais importantes produtos da pauta de exportação brasileira, contribuindo com mais de 2,0 bilhões de dólares por ano. As áreas produtoras de café no Brasil estão distribuídas principalmente na região Centro-Sul, nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Paraná.

Com a ampliação da cafeicultura para regiões consideradas marginais climaticamente, a irrigação passou a ser uma tecnologia necessária para a garantia de qualidade e produtividade do cafeeiro. A irrigação vem despertando interesse nos produtores de café principalmente devido à expansão da área cultivada para regiões com irregular e baixa pluviosidade, uma vez que o déficit hídrico pode prejudicar significativamente o desenvolvimento e a produção do cafeeiro.

Há necessidade de estudos que auxiliem técnicos e agricultores de como estimar, quando e quanto irrigar para se obter a máxima receita líquida. Diante dessa perspectiva, é de suma importância, o desenvolvimento de pesquisas que indiquem a demanda de água pela cultura, para que assim se possam apresentar propostas para um manejo mais racional.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de quantidades de água aplicada por gotejamento no crescimento vegetativo e na produção do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Acaiá Cerrado - 1474), em Uberlândia-MG.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Entre as características mais importantes no desenvolvimento do café arábica, destacam-se a temperatura e a precipitação. A quantidade de chuva considerada apta ao cultivo deve ser acima de 1200 mm por ano, enquanto que temperaturas médias entre 18 e 22 °C são consideradas aptas ao cultivo, ficando a faixa ideal entre 19 e 21°C (MENDES; GUIMARÃES, 1996). Segundo Matiello (1991), as regiões são consideradas aptas ao cultivo do café arábica, quando o déficit hídrico for inferior a 150 mm, marginal quando o déficit hídrico estiver entre 150 e 200 mm e inapta quando for superior a 200 mm.

O uso da irrigação tem possibilitado a produção de café em regiões com índices pluviométricos bastante aquém das suas necessidades, tendo-se verificado aumentos consideráveis de produção e melhoria na qualidade da bebida, obtida com a lavoura irrigada. Nas regiões consideradas marginais para a cafeicultura, muitos plantios efetuados sem o suprimento artificial de água foram seriamente prejudicados (TEIXEIRA et al., 2001).

A cafeicultura irrigada ocupa em torno de 10% da área plantada com a cultura do café, correspondendo a 8,7% da área total de todas as culturas irrigadas do Brasil. Levantamentos mostram que há uma área superior a 200.000 ha de café irrigado. Esses dados colocam a cultura entre as principais irrigadas do Brasil, principalmente nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia (EMBRAPA, 2002).

Na região de Uberlândia-MG, o florescimento do cafeeiro ocorre entre os meses de agosto e setembro, o que coincide com o período final da estação seca, onde os níveis de água do solo estão quase sempre, muito baixos. De acordo com Matiello (1991), a deficiência hídrica é prejudicial ao cafeeiro, principalmente na fase de florescimento e frutificação, onde a irrigação passa a ser necessária. Nessas condições, a utilização da irrigação tem resultado em excelente retorno, aumentando significativamente a produção.

Silva et al. (2001) citaram publicação de Wiesel (1981) no qual o autor afirma que para a sobrevivência da cafeicultura, o Brasil tem que seguir o caminho da qualidade. O café é dos poucos produtos agrícolas cujo preço é baseado em parâmetros qualitativos, variando significativamente o valor com a melhoria de sua qualidade. Assim sendo, o amplo conhecimento das técnicas de irrigação na produção de um café de alta qualidade é indispensável para uma cafeicultura moderna.

Segundo Gomes (1999), em um sistema de irrigação por gotejamento praticamente não se perde água no percurso desde o ponto de abastecimento até a saída dos gotejadores. Martins et al. (2007) citaram publicação de Santinato et al. (1996), onde afirmam que na

ausência da prática da irrigação em áreas na qual o déficit hídrico chega a comprometer a produção, o país deixaria de produzir de 2 a 2,5 milhões de sacas beneficiadas por ano.

Gopal e Visveswara (1971) constataram que secas prolongadas e chuvas inadequadas determinam retardamento no desenvolvimento normal do cafeeiro. Scalco et al. (2002), avaliaram o crescimento vegetativo inicial do cafeeiro em Lavras - MG e constataram que os tratamentos que mantiveram o solo próximo à capacidade de campo proporcionaram maior altura das plantas, diâmetro do caule, diâmetro da copa, número e comprimento de ramos plagiotrópicos, em relação ao tratamento que não recebeu irrigação, no primeiro ano de plantio.

Matiello e Dantas (1987), comparando tratamentos sem e com irrigação, aplicados à lavoura de café da variedade “Catuaí”, em Pernambuco, constataram acréscimo de 41% no diâmetro da copa e 39% na altura das plantas dos cafeeiros irrigados, quando comparados aos não irrigados. Gervásio (1998), conduzindo experimento em casa de vegetação, constatou que o aumento da umidade do solo, acelerou o desenvolvimento inicial dos cafeeiros, sendo que a quantidade de água aplicada correspondente a 140% da evaporação da água do tanque classe A (ECA), proporcionou os melhores resultados nos parâmetros avaliados.

Silva et al. (2002a), comparando a quantidade de água aplicada de 0%, 40%, 60%, 80% e 100% da ECA, aplicadas a cafeeiros da cultivar Acaiaí Cerrado, em experimento conduzido no município de Lavras – MG constataram que, para os parâmetros de altura das plantas, diâmetro de copa, diâmetro de caule e número de ramos plagiotrópicos, todos apresentaram melhor desenvolvimento com a lâmina correspondente a 100% da ECA nos primeiros 5 anos, enquanto que os tratamentos sem irrigação obtiveram os piores resultados. Trabalhos similares foram realizados por Faria et al. (1999) e Alves et al. (2000), encontrando o mesmo resultado, em que a lâmina de 100% da ECA proporcionou o maior desenvolvimento dos cafeeiros.

Carvalho et al. (2006) observaram em Lavras – MG que a irrigação com duas tensões de 20 e 100 kPa proporcionaram um crescimento mais acentuado da altura de plantas, do diâmetro de copas e do número de ramos plagiotrópicos por planta quando comparado ao tratamento sem irrigação.

Os parâmetros de produção das lavouras de café são, sem dúvida, os mais estudados nos trabalhos de pesquisa, por estarem relacionados diretamente com a rentabilidade dos produtores. Trabalhos, como o de Rotondano (2003), têm mostrado que a irrigação contribui significativamente para o aumento de produtividade. Esse autor, trabalhando com cafeeiros da cultivar Rubi, em seu primeiro ano de produção, e testando diferentes lâminas de irrigação,

com base na evaporação da água do tanque classe A, encontrou produtividades com incremento de 64,13 sacas de café beneficiado por hectare, em relação aos tratamentos sem irrigação, sendo de 137,5% da ECA, a lâmina que proporcionou tal produtividade. Neste mesmo trabalho, o rendimento do café foi de 401,78 litros de café da roça por saca de café beneficiado, para uma lâmina de 147,7% da ECA, contra 482 litros de café da roça por saca de café beneficiado, encontrado nos tratamentos sem irrigação.

Silva et al. (2002b), avaliaram a produtividade das três primeiras safras do cafeeiro da cultivar Acaia em Lavras - MG, sob diferentes lâminas de irrigação, 0%, 40%, 60%, 80% e 100% da ECA. A lâmina correspondente a 100% da ECA proporcionou produtividade superior em 74,63%, quando comparada ao tratamento sem irrigação.

Contin et al. (2005) constataram um acréscimo de até aproximadamente 97% na produtividade do cafeeiro do tratamento irrigado por pivô central comparado com o tratamento não irrigado na região da Zona da Mata de Minas Gerais.

Karasawa et al. (2002), concluíram em seu trabalho, em Lavras - MG, que a irrigação com lâmina de 120% da evaporação do Tanque classe A, na área efetivamente molhada pelo gotejador, foi a que produziu o melhor resultado quanto à produtividade do café colhido.

A renda e o rendimento do café, também têm sido influenciados pela irrigação. Teodoro et al. (2005b) observaram em Uberlândia - MG que os maiores valores de rendimento, renda e produtividade foram alcançados com as respectivas lâminas de 142,95%, 153,45% e 164,08% da ECA, obtendo-se 291,8 litros de café da roça por saca de 60 kg de café beneficiado de rendimento, 1,75 kg café em coco por kg de café beneficiado de renda e produtividade de 115,13 sc ha⁻¹.

Freire e Miguel (1984), conduzindo experimento em Varginha - MG, observaram uma sensível redução na renda do café, em função de baixas precipitações e temperaturas médias elevadas, gastando-se 5,6 kg de café da roça para produzir 1 kg de café beneficiado, enquanto que normalmente, essa relação é de 4,5 kg.

Vilela et al. (2002), não encontraram diferença significativa no rendimento das duas primeiras safras do cafeeiro da cultivar Rubi, em Lavras - MG, quando submetidos a diferentes lâminas de irrigação, no entanto, os tratamentos que apresentaram uma sensível melhora no rendimento foram os correspondentes a 140% da ECA.

Clemente et al. (2002) conduzindo experimento em Lavras - MG, avaliaram o efeito de diferentes épocas de irrigação sobre a produtividade e rendimento do cafeeiro e concluíram que os tratamentos não se mostraram significativos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de instalação do experimento

O trabalho foi conduzido no Setor de Irrigação do Instituto de Ciências Agrárias, localizado na Fazenda Experimental do Glória, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia durante o período de fevereiro de 2004 a julho de 2006 (safra 2006/2007). O experimento está localizado geograficamente a 18° 58' 0,7" latitude sul, 48° 12' 24" longitude oeste e a 912 metros de altitude. O relevo suavemente ondulado é composto por solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO, (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 1999), típico das regiões de cerrado. De acordo com a classificação climática de Köopen, o clima da região está classificado como Aw, caracterizado por inverno seco, temperatura média de todos os meses do ano superior a 18 °C e pluviosidade anual entre 1000 e 2500 milímetros.

3.2 Condução do experimento

As mudas de cafeeiro (*C. arabica* L.) da cultivar Acaíá Cerrado, linhagem 1474 foram plantadas em fevereiro de 2004, numa área de 0,16 ha, com espaçamento de 3,5 m entre linhas x 0.70m entre plantas.

O plantio foi feito em uma área onde anteriormente encontrava-se um cafezal de 2,5 anos plantado em janeiro de 2001. O preparo do solo foi feito no plantio deste cafezal com uma aração e duas gradagens. Aplicou-se o calcário dolomítico na época, na dose de 0,8 tonelada por hectare e as adubações de plantio e pós-plantio foram realizadas seguindo-se as orientações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG (1999).

Na implantação do experimento não houve preparo de solo e nem adubação de plantio, tendo realizado apenas as adubações foliares e de cobertura segundo as recomendações da CFSEMG (1999).

O controle de pragas e doenças foi realizado sempre que necessário e baseadas em amostragem geral no experimento. Para controle de bicho mineiro (*Leucoptera coffeella*) utilizou-se uma mistura de cartap (Thiobel 500) na dose de 1,0 kg ha⁻¹ mais fenopropathrin (Danimen 300 CE) 400 mL ha⁻¹. Para broca do café (*Hypothenemus hampei*) usou-se o produto endosulfan (Endosulfan AG) na dose de 1,5 L ha⁻¹. Para ferrugem (*Hemileia vastatrix*) utilizou-se o produto ciproconazol (Alto 100) na dose de 0,75 L ha⁻¹. Não foram observadas outras pragas e doenças durante o período de condução do experimento.

O controle de plantas infestantes foi realizado, inicialmente, com capinas manuais nas linhas e roçagens nas entrelinhas de plantio. Após onze meses do plantio, passou-se a utilizar sempre que necessário, aplicações em jato dirigido do herbicida pós-emergente glyphosate (Roundup), na dose de $4,0 \text{ L ha}^{-1}$ nas linhas de plantio. O controle das plantas daninhas nas entrelinhas continuou sendo realizado através de roçagens.

A colheita teve início quando o percentual de frutos verdes estava entre 10 e 15% no experimento como um todo e não para cada tratamento, ou parcela em separado. O método de colheita foi a derriça manual no pano, sendo também considerados na quantificação do volume de “café da roça” os frutos caídos no chão, originados da “varreção”. A denominação “café da roça” refere-se ao volume total de café produzido no campo, incluindo-se os frutos cereja (maduros), seco e verde, principalmente, provenientes da derriça no pano e caídos no chão antes e no momento da colheita.

Para a avaliação da produtividade proporcionada por cada tratamento, foi retirada no momento da colheita uma alíquota de 5 L de café derriçados no pano, colocados em sacos rendilhados (sacos de cebola), identificados e levados ao terreiro para secar, onde permaneciam durante o dia. Essas amostras eram constantemente movimentadas, objetivando com isso, uma secagem mais uniforme. Durante a noite e em caso de chuva, as amostras eram envolvidas em lona plástica para evitar que ganhassem umidade. O teor de água era constantemente aferido e quando o valor de 13% foi atingido, as amostras, agora denominadas café em “coco”, foram individualmente pesadas e estavam prontas para serem beneficiadas.

Para o beneficiamento, foi pesada uma amostra de 1 L de café em “coco” e por meio de um descascador de amostras movido por motor elétrico, os grãos de café foram separados da palha, dando origem à amostra de café beneficiado, a qual teve seu peso e o teor de água medidos e anotados.

Para a determinação da produtividade, uma série de cálculos foi realizada. O primeiro deles foi a estimativa em peso de café beneficiado, da amostra de 5 L de café em “coco”. O segundo passo foi a estimativa da produção de café beneficiado da parcela. Em seguida, procedeu-se a correção do peso da estimativa de café beneficiado da parcela para 12% de umidade. O teor de água foi determinado no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Uberlândia.

Após isso, procedeu-se a estimativa da produtividade de cada tratamento, sendo considerados que em cada parcela continham 4 plantas e em um hectare havia 4082 plantas, bem como de que uma saca de café beneficiado contém um peso equivalente a 60 kg.

O rendimento se refere à proporção do volume de café em coco necessária para

compor uma saca de 60 kg de café beneficiado. Enquanto que a renda se refere à proporção entre o peso de frutos secos (café “coco”) e o peso de grãos beneficiados.

3.3 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos consistiram de cinco quantidades de água aplicadas, 0% (sem irrigação), 40%, 80%, 120% e 160% da evaporação da água do tanque classe A. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por três linhas contendo oito plantas cada, considerando-se como área útil as quatro plantas centrais da linha do meio.

3.4 Irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento, com emissores apresentando vazão de $3,5 \text{ L h}^{-1}$. O sistema foi constituído de um conjunto moto-bomba, tubulações de PVC rígido, tubulações de polietileno flexível com gotejadores autocompensantes espaçados de 0.75m. A irrigação teve início em fevereiro de 2004, logo após o plantio das mudas de café.

Os dados climatológicos de evaporação de água do tanque classe A (ECA), precipitação e temperaturas máximas e mínimas, foram coletados diariamente no posto climatológico localizado próximo ao experimento. As quantidades de água foram aplicadas em função do balanço entre a precipitação e a ECA acumulada entre duas irrigações consecutivas, utilizando-se os níveis correspondentes aos tratamentos, sempre nas segundas, quartas e sextas-feiras, com turnos de rega de três, dois e dois dias respectivamente.

Diariamente, o nível de água do tanque classe A era repostado, sendo a quantidade colocada mensurada com auxílio de uma proveta graduada em mililitros. O nível ajustado era sempre aquele determinado pela extremidade do gancho localizado no centro do poço. A evaporação bruta (ECA_b) em milímetros era obtida pela divisão da quantidade adicionada ou retirada em litros, pela área do tanque em metros quadrados (eq. 1). Quando se retirava a água do tanque, adotava-se o volume com o sinal negativo. Por outro lado, quando se adicionava água dentro do mesmo era sinal de que a saída (evaporação) foi maior do que a possível entrada (chuva). Quando não era preciso adicionar ou retirar água do tanque, significava que a perda foi igual ao ganho, sendo que neste caso, a ECA_b era igual à chuva.

$$ECA_b = \frac{\pm V}{A} \dots\dots\dots eq. 1$$

ECA_b – perda bruta de água por evaporação maior (+ ECA_b) e menor (- ECA_b) do que a quantidade de chuva observada... (mm)

$\pm V$ - volume de água colocada (+V) e retirada (- V) de dentro do tanque...(L)

A - área do tanque classe (1,112)... (m²)

As chuvas eram medidas pelo pluviômetro, sendo a sua altura usada para calcular a evaporação real (ECA) (eq. 2), ou seja, descontava-se a altura de chuva do valor da ECA_b .

$$ECA = P + (\pm ECA_b) \dots\dots\dots eq. 2$$

ECA - evaporação da água do tanque classe A....(mm)

P – precipitação... (mm)

O cálculo da lâmina de água aplicada foi calculada com base na Equação 3:

$$LTN = (ECA \times TRAT) \dots\dots\dots eq. 3$$

LTN – lâmina total necessária.... (mm)

ECA – evaporação da água do tanque classe A... (mm)

TRAT – tratamentos... (adimensional)

Considerando a irrigação em faixa contínua, o tempo de irrigação em cada parcela foi definido com base na Equação 4.

$$T = LTN \times Am \times q^{-1} \dots\dots\dots eq. 4$$

T – tempo de irrigação por parcela.... (h)

Am – área da faixa molhada... (m²)

q – vazão do gotejador... (L h⁻¹)

3.5 Características avaliadas

Aos 27 meses após o plantio, avaliou-se as seguintes características de desenvolvimento das plantas: altura da planta (cm), medindo-se, com o auxílio de uma régua de 2,5 metros, a distância entre o solo e a gema apical; diâmetro da copa das plantas (cm), medindo-se a distância entre as gemas apicais dos maiores ramos plagiotrópicos perpendiculares a entrelinha; diâmetro do caule das plantas (mm), obtido com o auxílio de um paquímetro, medindo-se na região do coleto das plantas. Dentre os dados de produção, foram avaliados o rendimento, onde se determinou o volume de café da roça necessário para compor uma saca de 60 kg de café beneficiado; a renda, indicando a relação entre o peso do café em coco e o peso do café beneficiado; a produtividade, determinando a quantidade de sacas de 60 kg de café beneficiado produzidas por hectare. Os parâmetros de produção foram referentes à primeira safra do cafeeiro, 2006/07.

3.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F), e caso significativo, regressão polinomial para determinação da lâmina de irrigação, com as representações gráficas e equações de regressão. As análises foram executadas pelo programa SISVAR, e em todos os testes foi utilizado $\alpha = 0,05$ como valor de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Clima Local

No município de Uberlândia-MG, o inverno se apresenta com baixa umidade relativa do ar, dada pela ausência ou pouco volume e frequência das chuvas, e verão chuvoso, principalmente nos meses de dezembro e janeiro, onde ocorre grande parte das chuvas. As Figuras 1 e 2 detalham o comportamento da evaporação da água do tanque classe A (ECA) e da precipitação no local do experimento durante os meses de estudo, correspondentes à safra de 2006/2007.

A Figura 1 detalha as médias diárias das evaporações mensais de fevereiro de 2004 a julho de 2006. Nota-se que ao longo dos meses de agosto, setembro e outubro dentre os meses do ano de 2004 e 2005, a ECA foi mais acentuada, o que demanda maior quantidade de água pelas plantas. Dentre esses meses, setembro de 2004 foi aquele onde a evaporação foi maior, alcançando um valor médio de $10,2 \text{ mm dia}^{-1}$, seguido por agosto de 2005 com $9,0 \text{ mm dia}^{-1}$ e agosto de 2005 com $8,2 \text{ mm dia}^{-1}$. Por outro lado, o meses de março de 2005 e março e abril de 2006 se sobressaíram em relação aos demais, alcançando cerca de $4,9 \text{ mm dia}^{-1}$, sendo este o menor valor de ECA dentre os meses avaliados. No entanto, essa ordem de classificação não é fixa, pois depende da frequência de entrada de massas de ar na região durante o inverno, bem como do início do período chuvoso.

Na Figura 2 estão compilados os dados mensais de chuva para o local de estudo. A ocorrência das chuvas mostrou-se muito irregular. O período compreendido entre janeiro e março dos anos de 2004 e 2005 concentrou cerca de 50% da precipitação total anual. A precipitação no ano de 2004 foi de 1261,5 mm e para o ano de 2005 foi de 1474,3 mm. Entre janeiro e julho de 2006 obteve-se 760,3 mm de precipitação. Nos meses de agosto e setembro, os quais coincidem com a fase de floração do cafeeiro, houve baixas precipitações no ano de 2005. Na fase de granação, ocorreram precipitações satisfatórias de dezembro a abril de 2006. A Figura 3 detalha o comportamento da temperatura e da umidade relativa do ar no período correspondente à condução do experimento.

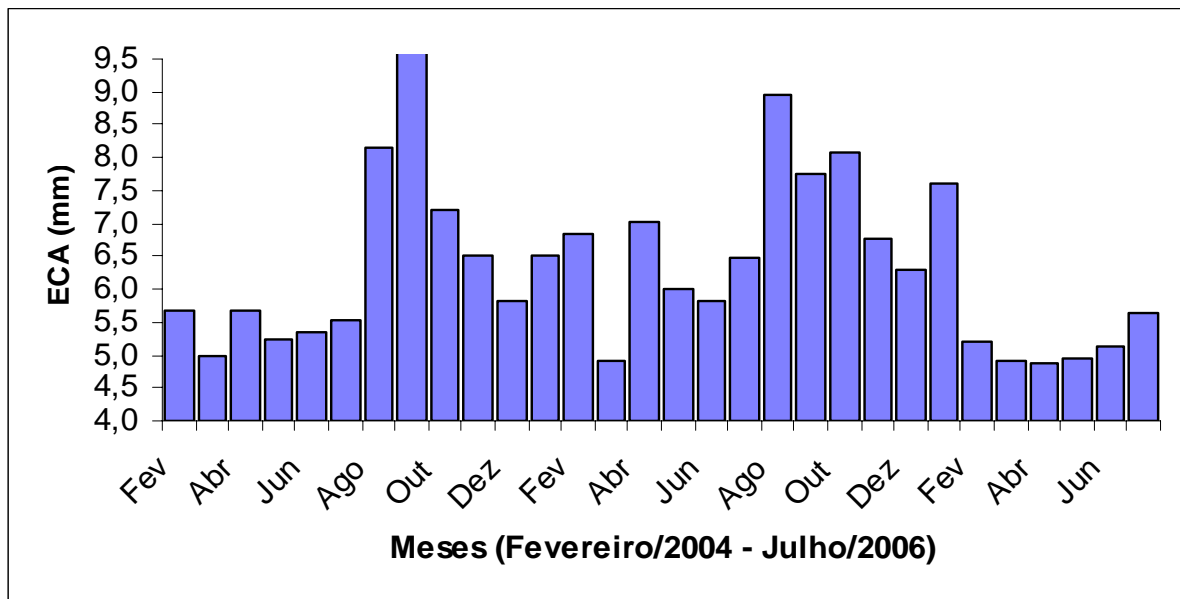


Figura 1. Valores médios diários da evaporação da água do tanque classe A medidos na estação agrometeorológica da fazenda experimental do Glória, em Uberlândia-MG.

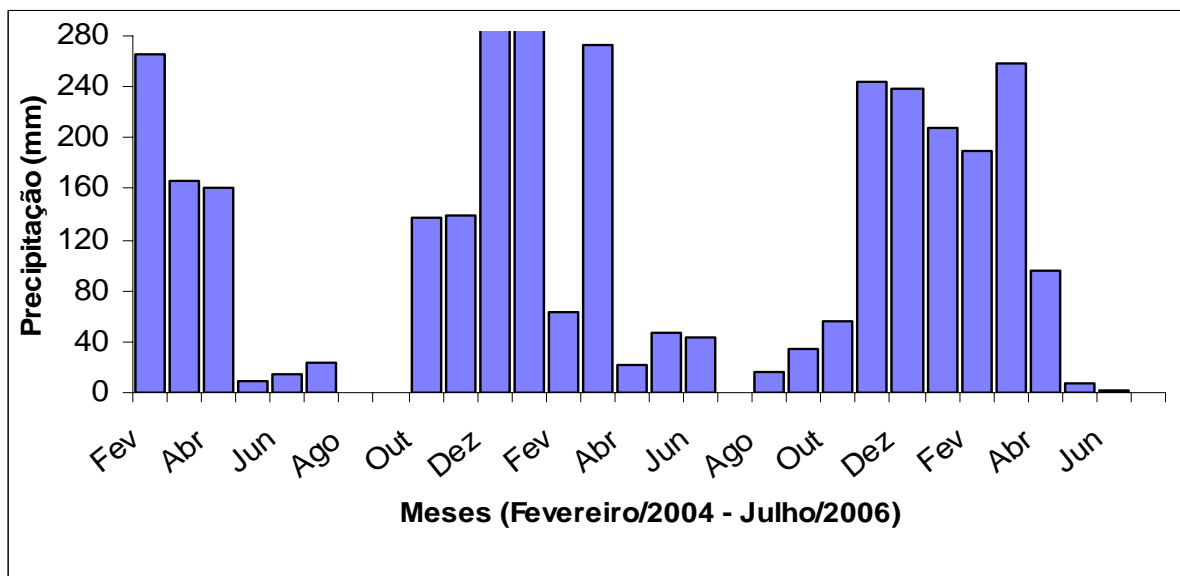


Figura 2. Valores mensais da precipitação medidos na estação agrometeorológica da fazenda experimental do Glória, em Uberlândia-MG.

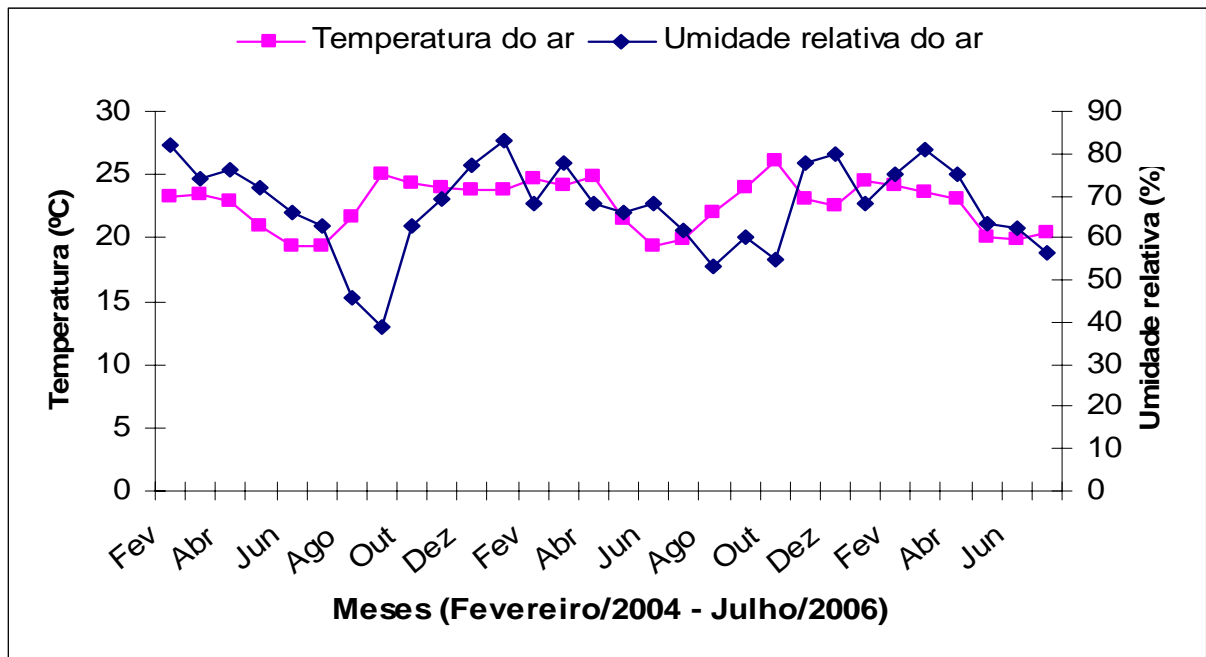


Figura 3. Valores mensais médios da temperatura e umidade relativa do ar medidos na estação agrometeorológica da fazenda experimental do Glória, em Uberlândia-MG.

Verifica-se ao analisar a Figura 3, que os meses de junho de 2004 e 2005 proporcionaram as temperaturas médias mais baixas do período, 19,3 °C e junho de 2006 com uma temperatura de 19,8 °C. O mês de outubro de 2005 proporcionou a média mais alta, 26,1 °C seguido pelo mês de setembro de 2004 com 25,1 °C. Analisando os dados médios mensais de temperatura ao longo do período de avaliação do experimento, verifica-se que o valor médio para o local de plantio foi de 22,6 °C. As temperaturas elevadas dos meses de setembro e outubro nessa região estão associadas com um baixo valor de umidade relativa do ar. Em 2004 a menor média foi de 39% em setembro seguida de 46% em agosto do mesmo ano. Em 2005 as médias foram 60% e 53% respectivamente. Essa baixa umidade pode favorecer o abortamento floral, diminuindo a produtividade. Verifica-se também que o mês de janeiro de 2005 apresentou o mais alto valor de umidade relativa do ar, 83%, no período estudado, fato este devido ao também maior volume de chuvas ocorridas naquele mês, 432,2 mm. A Figura 4 detalha a quantidade de água aplicada em cada tratamento no período correspondente à condução do experimento.

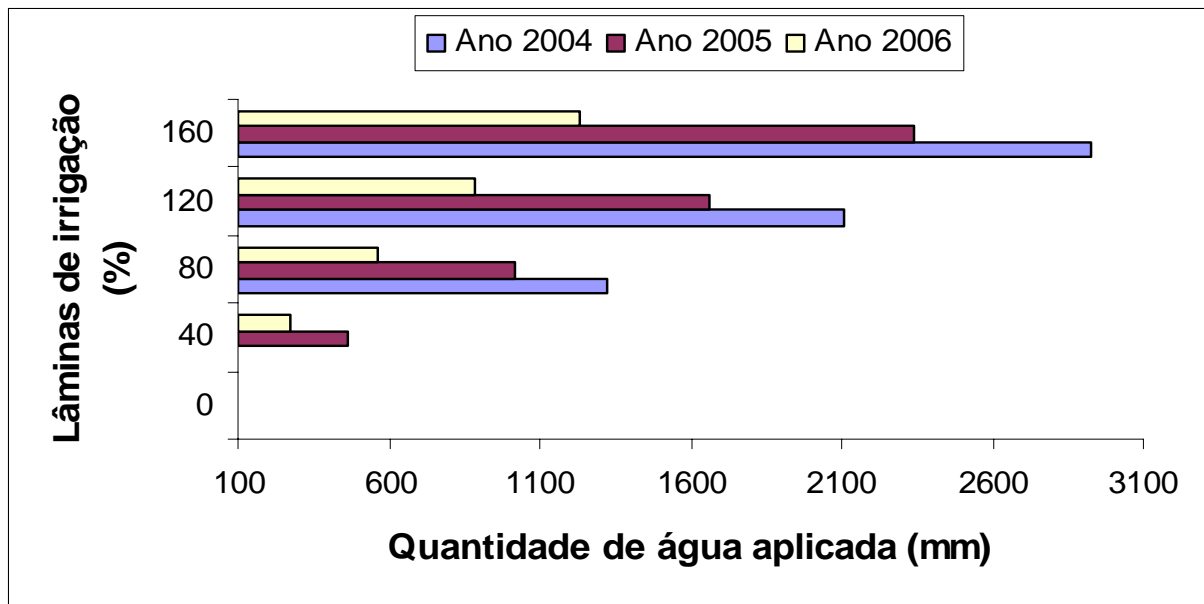


Figura 4. Lâmina total aplicada em função das quantidades de água implementadas pelos tratamentos.

Na Figura 4 pode ser observado o quanto de água foi aplicado no cafeeiro nos cinco tratamentos de lâminas de irrigação entre os meses de fevereiro de 2004 a julho de 2006. Em 2004, houve a necessidade de aplicar maiores quantidades de água no cafeeiro uma vez que a precipitação foi menor e alguns meses apresentaram com a umidade relativa do ar muito baixa com conseqüente elevação no valor da evaporação do tanque classe A. Lembrando que a irrigação era feita no máximo três vezes por semana e calculada conforme o balanço entre a precipitação e a ECA acumulada.

4.2 Desenvolvimento vegetativo

Após 27 meses do plantio constatou-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 1). A Tabela 2 mostra as médias observadas para as características de altura de planta, diâmetro de copa e caule.

Estes resultados podem ser explicados pela alta precipitação entre os meses de outubro de 2005 a abril de 2006, favorecendo igualmente o crescimento vegetativo de todos os tratamentos. Faz-se necessário a continuidade dos estudos, conduzindo-o por mais tempo.

Tabela 1. Resumo das análises de variância para as características de altura da planta (Ap), diâmetro da copa (Dco) e diâmetro do caule (Dca).

Fator de variação	G. L.	Quadrados médios		
		Ap	Dco	Dca
Blocos	3	0,013687 ^{NS}	0,027138*	9,291832 ^{NS}
Lâminas	4	0,012570 ^{NS}	0,011413 ^{NS}	6,347620 ^{NS}
Resíduo	12	0,006020	0,010259	9,902723
Coef. Variação (%)		5,24	6,57	6,15

* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

^{NS} = Não significativo pelo teste F.

Tabela 2. Médias observadas para as características de altura da planta (Ap), diâmetro da copa (Dco) e diâmetro do caule (Dca).

Tratamento	Ap (cm)	Dco (cm)	Dca (mm)
0%	138,5	147,5	49,17
40%	153,0	156,7	52,30
80%	150,0	160,0	51,72
120%	148,5	157,2	51,86
160%	150,5	149,7	50,62
Média	148,1	154,2	51,1

As médias encontradas para altura de planta e diâmetro de caule variaram de 138,5 cm e 49,17 mm para o tratamento sem irrigação a 153,0 cm e 52,3 mm, respectivamente, para a quantidade de água de 40% da ECA. O diâmetro de copa variou de 147,5 cm para o tratamento sem irrigação a 160,0 cm para quantidade de água de 80% da ECA.

4.3 Produção

Na Tabela 3, são apresentados os resumos das análises de variância dos dados obtidos para produtividade, rendimento e renda. Em todos os parâmetros analisados não houve diferenças significativas, com exceção da renda. A Tabela 4 mostra as médias observadas para produtividade, rendimento e renda.

Tabela 3. Resumo das análises de variância da produtividade (sacas de 60 kg ha⁻¹), rendimento (litros de café da roça por sacas de 60 kg de café beneficiado) e renda (kg de café em coco por kg de café beneficiado).

Fator de variação	G. L.	Quadrados médios		
		Produtividade	Rendimento	Renda
Lâminas	4	101,059982 ^{NS}	4483,104057 ^{NS}	0,132545*
Reg. linear	1	4,26 ^{NS}	21,93 ^{NS}	0,42*
Reg. quadrática	1	285,75 ^{NS}	17359,94 ^{NS}	0,23 ^{NS}
Desvio de regressão	1	57,11	275,27	0,09
Blocos	3	168,891347**	774,574285 ^{NS}	0,009500 ^{NS}
Resíduo	12	46,186642	2936,292897	0,006108
C. V. (%)		43,06	13,81	3,68

* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** = Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

^{NS} = Não significativo pelo teste F.

Teodoro et al. (2005a), conduzindo experimento em Uberlândia – MG, avaliaram o efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre a produtividade e rendimento da segunda safra de cafeeiro e concluíram que os tratamentos não se mostraram significativos.

Possivelmente não houve diferenças significativas entre os parâmetros de produtividade e rendimento, uma vez que os dados referem-se à primeira safra do cafeeiro. A pouca produtividade do Acaiá Cerrado pode ser explicado por não ter feito a adubação de plantio.

As médias de produtividade variaram de 8,94 sc ha⁻¹ para o tratamento sem irrigação a 21,93 sc ha⁻¹ para a quantidade de água de 40% da ECA. As médias de rendimento variou de 425,44 L sc⁻¹ para o tratamento sem irrigação a 351,31 L sc⁻¹ para a quantidade de água de 80% da ECA.

Tabela 4. Médias observadas para as características de produtividade, rendimento e renda.

Tratamento	Produtividade (sc ha⁻¹)	Rendimento (L sc⁻¹)	Renda (kg kg⁻¹)
0%	8,94	425,44	2,41
40%	21,93	384,75	2,10
80%	17,68	351,31	2,09
120%	17,64	372,62	2,08
160%	12,72	427,80	1,91
Média	15,78	392,38	2,12

A Figura 5 mostra a representação gráfica e equação de regressão obtidas para o parâmetro de renda.

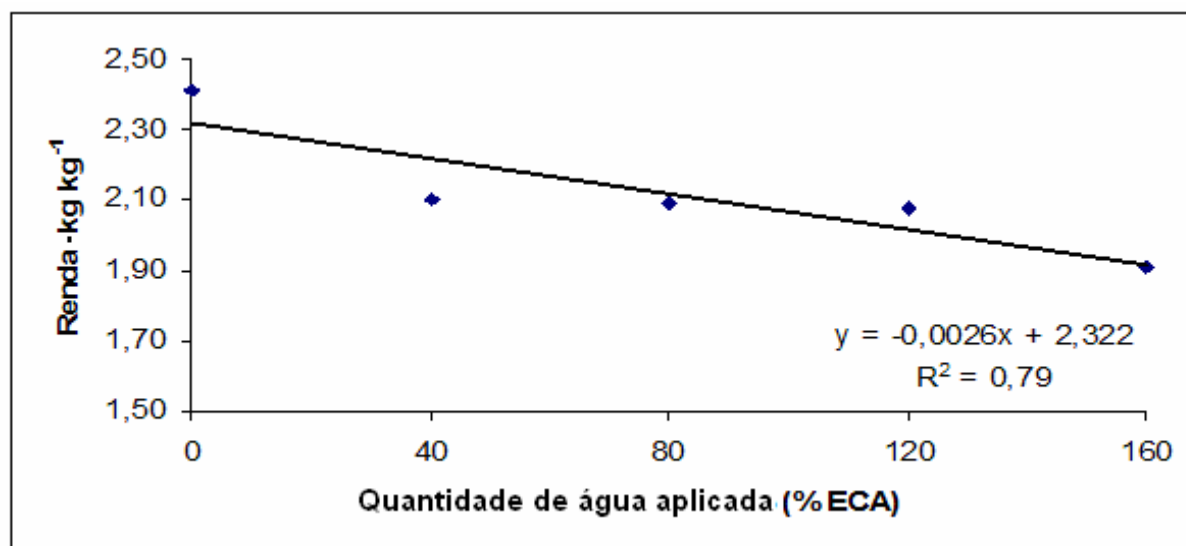


Figura 5. Representação gráfica e equação de regressão obtidas para a renda do café, em função das quantidades de água aplicadas.

No intervalo de lâminas estudado o melhor valor obtido para renda foi com a lâmina de 160% com 1,91 kg de café em coco para produzir 1,0 kg de café beneficiado. A pior renda encontrada foi para o tratamento sem irrigação, sendo necessários 2,41 kg de café em coco para produzir 1,0 kg de café beneficiado. Santinato et al. (2002), encontraram um incremento

médio de 7% na renda dos cafeeiros irrigados quando comparado aos tratamentos não irrigados durante seis safras (1997 a 2002).

5 CONCLUSÕES

- Não houve diferenças significativas para os parâmetros vegetativos altura de planta, diâmetro de copa e caule;
- Nos parâmetros produtivos avaliados não houve diferenças significativas para produtividade e rendimento.
- As médias de produtividade variaram de 8,94 sc ha⁻¹ para o tratamento sem irrigação a 21,93 sc ha⁻¹ para a quantidade de água de 40% da ECA.
- Para o parâmetro renda o melhor resultado obtido no intervalo de quantidades de água estudadas foi a de 160% da ECA com 1,91 kg de café em coco para produzir 1,0 kg de café beneficiado.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário da cafeicultura brasileira**. FNP Consultoria e Agroinformativo. São Paulo 2007. 516 p.

ALVES, M. E. B.; FARIA, M. A.; JOSÉ, R. Crescimento do cafeeiro sob diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.2, p.219-225, 2000.

EMBRAPA, 2002. **Relatório da estimativa da safra cafeeira no Brasil safra 2001/2002**. Brasília: EMBRAPA – Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café. 2002. 7p.

CARVALHO, C. H. M.; COLOMBO, A.; SCALCO M. S.; MORAIS A. R. Evolução do crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado e não irrigado em duas densidades de plantio. In: **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 243-250, 2006

CLEMENTE, F. M. V. T.; FARIA, M. A. de; GUIMARÃES, R. J. Produtividade, rendimento, maturação e tamanho do grão do cafeeiro (*Coffea arabica* L. CV Topázio MG-1190), sob diferentes épocas de irrigação. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, V., 2002, Araguari, MG. **Anais...** Araguari: 2002. p.33-36.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais : 5a Aproximação**. Viçosa, MG: 1999. 359p.

CONAB: COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/Boletim.pdf> >. Acesso em: 04 de junho 2008.

CONTIN, F. S.; COSTA, M. A.; VICENTE, M. R.; SOARES, A. R.; MANTOVANI, E. C. Produtividade do cafeeiro irrigado por diferentes sistemas de irrigação na região da Zona da Mata de Minas Gerais. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, VII., 2005, Araguari, MG. **Anais...** Araguari: 2005. p.26-29.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1999. 412p.

FARIA, M. A. de; SILVA, A. M. da; SILVA, E. L. da; GUIMARÃES, R. J.; RESENDE, F. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVES, M. E. B.; VILELLA, W. M. da C.; OLIVEIRA, L. A. M. Avaliação do efeito de diferentes lâminas de irrigação e da quimigação no crescimento do cafeeiro Acaia MG1474 em Lavras-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel/SBEA, CD-ROM.

FREIRE, A. C.; MIGUEL, A. E. Disponibilidade de água no solo no período de 1974 a 1984, e seus reflexos na granação, qualidade e rendimento dos cafés nos anos de 1983 e 1984, na região de Varginha - MG, CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 11., 1984 Londrina. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro:IBC, 1984.p. 113-114.

- GERVÁSIO, E.S. **Efeito de diferentes lâminas de água no desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) na fase inicial de formação da lavoura.** Dissertação Mestrado. Lavras: UFLA, 1998. 58p.
- GOMES, H. P. **Engenharia de Irrigação: Hidráulica dos Sistemas Pressurizados, Aspersão e Gotejamento.** 3 ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 412 p.
- GOPAL, N.H.; VISVESWARA, S. Flowering of coffee under South Indian condition. **Indian Coffee**, Bangalore, v.35, n.4, p.142-143, 1971.
- KARASAWA, S.; FARIA M. A.; GUIMARÃES R. J. Influência da irrigação e do parcelamento de fertirrigação sobre a produtividade, rendimento e qualidade do café (*Coffea arabica* L. cv. TOPÁZIO MG-1190). **Ciência e Agrotecnologia.**, Lavras. Edição Especial, p.1427-1438, 2002
- MARTINS, C. C.; SOARES, A. A.; BUSATO, C.; REIS, E. F. Manejo da irrigação por gotejamento no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 61-69, abr/jun 2007.
- MATTIELO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo.** São Paulo: Editora Globo, 1991. 320p.
- MATIELLO, J. B.; DANTAS, S. F. da A. de. Desenvolvimento do cafeeiro e do sistema radicular com e sem irrigação em Brejão (PE). CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS. 14., 1987, Campinas. **Trabalhos apresentados...** Campinas, 1987. p. 165.
- MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade (genética e melhoramento do cafeeiro).** Lavras: UFLA/ FAEPE, 1996. 99p.
- ROTONDANO, A. K. F. **Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação.** 2003. 61 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. P.; DUARTE, A. P.; SEIXAS, L. Efeito da irrigação por “tripa” na formação e produção do cafeeiro na região do cerrado de Patos de Minas, MG. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS. 28., 2002, Caxambu. **Trabalhos Apresentados...** Caxambu, 2002. p. 110 – 111.
- SILVA, F.M.; SALVADOR, N.; PÁDUA, T.S.; QUEIROZ, D.P. **Colheita do café mecanizada e semimecanizada.** Lavras, UFLA, CBP&D/Café, 2001, 88 p. (Boletim de Extensão)
- SILVA, M. de L. O.; FARIA, M. A. de; SILVA, A. L.da; COSTA, H. de S. C.; GARCIA, P. R.; GUIMARÃES, P. T. G ; SILVA, E. L. da. Crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, V., 2002, Araguari, MG. **Anais...**Araguari: 2002a. p. 20 – 23.

SILVA, A. L. da.; FARIA, M. A.; SILVA, M. de L. O.; COSTA, H. de S. C.; GARCIA, P. R.; GUIMARÃES, P. T. G.; SILVA, E. L. de. Produtividade das três primeiras safras do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, V., 2002, Araguari, MG. **Anais...** Araguari: 2002b. p. 29 – 32.

SCALCO, M. S.; MORAIS, A. R. de; COLOMBO, A.; CARVALHO, H. M. de; FARIA, M. A. de; MELO, L. Q. de; SILVA, E. L. da. Influência de diferentes critérios de irrigação e densidade de plantio sobre o crescimento inicial do cafeeiro. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, V., 2002, Araguari, MG. **Anais...** Araguari: 2002. p. 150 - 155.

TEIXEIRA, S. M.; MILHOMEN, A. V.; RIBEIRO, G. C.; BÉRGOLI, E.; MOLIM, E.; VEGRO, C. L.; GARCIA, R. D. C.; FRANZIN, M. A. P.; ASSUNPÇÃO, R.; FELIPE, M. P.; MILHOMEN, S. V. Custo da produção na cafeicultura brasileira. SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA/ Café, 2001. p.145-148.

TEODORO, R. E. F.; MELO, B.; CARVALHO H. P, FERNANDES, D. L.; RUFINO, M. A.; BUENO, M.R. Efeito da fertirrigação e lâminas de irrigação no desenvolvimento e produção do cafeeiro. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, VII., 2005, Araguari, MG. **Anais...** Araguari: 2005a. p. 169 - 173.

TEODORO, R. E. F.; MELO, B.; CARVALHO, H. P.; GUIRELLI, J.E.; BENEDETTI, T. C.; BUENO, M.R. Influência de diferentes lâminas de irrigação nos parâmetros de produção do cafeeiro cultivado em região de cerrado. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, VII, 2005, Araguari, MG. **Anais...** Araguari: 2005b. p.161 - 165.

VILELA, L. A. A.; GOMES, N. M.; MARTINS, C. de P. Avaliação da produtividade, rendimento, maturação e tamanho dos grãos das duas primeiras safras de café irrigado por pivô central, sob diferentes regimes de irrigação. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS. 28., 2002, Caxambu. **Trabalhos Apresentados...** Caxambu, 2002. p. 153 – 155.