



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**RESPOSTA DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) À
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO**

CÉSAR ANTÔNIO DA SILVA

2007

CÉSAR ANTÔNIO DA SILVA

RESPOSTA DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) À LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO POR
GOTEJAMENTO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Reges Eduardo Franco Teodoro

Co-orientador

Prof. Dr. Benjamim de Melo

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586r Silva, César Antônio da, 1982-
Resposta do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) à lâminas de irrigação por
gotejamento / César Antônio da Silva. - 2007.
68 f. : il.

Orientador: Reges Eduardo Franco Teodoro.
Co-orientador: Benjamim de Melo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pro-
grama de Pós-Graduação em Agronomia.
Inclui bibliografia.

1. Café - Irrigação - Teses. I. Teodoro, Reges Eduardo Franco. II.
Melo, Benjamim de III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa
de Pós-Graduação em Agronomia. III.Título.

CDU: 633.73:631.67

CÉSAR ANTÔNIO DA SILVA

RESPOSTA DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) À LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO POR
GOTEJAMENTO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 19 de outubro de 2007.

Prof. Dr. Benjamim de Melo
(Co-orientador)

UFU

Prof. Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha

UFU

Prof. Dr. Sérgio Jerônimo de Andrade

UEMG

Prof. Dr. Reges Eduardo Franco Teodoro
ICIAG-UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

A todos os cafeicultores irrigantes da região do Triângulo Mineiro e pesquisadores que lidam com a cafeicultura irrigada,

OFEREÇO

Aos meus pais, Carivaldo Ferreira da Silva e Maria Fátima de Lima Silva, pessoas essenciais na minha vida e que sempre me apoiaram em todos os momentos;

Aos meus irmãos, Sérgio Francisco da Silva e Cícero José da Silva, e **à minha cunhada** Ana Lúcia do Nascimento, exemplos de conduta, de dedicação pelos ideais,..., e que propiciam um ambiente de muita alegria,

DEDICO

AGRADEÇO

A Deus, por ter me dado saúde e força para superar obstáculos.

À Universidade Federal de Uberlândia, pela oportunidade concedida.

Ao Prof. Dr. Reges Eduardo Franco Teodoro, pela orientação, ensinamentos e confiança durante a realização deste trabalho.

A todos os demais Professores do Instituto de Ciências Agrárias da UFU, pela dedicação, especialmente àqueles com os quais tive a oportunidade de ampliar meus conhecimentos: Dr^a. Denise Garcia Santana, Dr. Benjamim de Melo, Dr^a. Regina Maria Quintão Lana, Dr. Berildo de Melo, Dr. Osvaldo Toshiuki Hamawaki, Dr. Maurício Martins e Dr. Elias Nascentes Borges.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, pelo apoio financeiro para a implantação do Projeto desta Dissertação.

Aos funcionários da Fazenda Experimental do Glória, especialmente Valdeci, pela colaboração na condução do experimento e manejo da irrigação.

Aos meus familiares, tios e primos, pelo constante apoio e incentivo durante esta etapa e por compreenderem a minha ausência em momentos importantes.

Aos colegas de Mestrado, em especial: Leomar, Marcelo Sales, Patrícia, André, Riccely, Willian Bilibio, Ricardo Lambert e Helizângela Dourado, pela amizade, companheirismo e convivência.

Enfim, a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para o alcance deste objetivo.

MUITO OBRIGADO!

*“Se teus projetos são para um ano, semeia o grão
Se são para dez anos, planta uma árvore
Se são para cem anos, instrui o povo.*

*Semeando uma vez o grão, colherás uma vez;
plantando uma árvore, colherás dez vezes;
instruindo o povo, colherás cem vezes.*

*Se deres um peixe a um homem, ele comerá uma vez.
Se, porém, o ensinares a pescar, ele comerá a vida inteira.”*

Kuan-Tzu, sábio chinês do séc. VII a.C.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A cultura do cafeeiro.....	3
2.1.1 Expansão da cafeicultura e sua importância	3
2.1.2 Necessidades hídricas do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.)	5
2.1.3 Zoneamento climático do cafeeiro arábica em Minas Gerais	6
2.2 Irrigação no cafeeiro	8
2.2.1 Irrigação por gotejamento	9
2.2.2 Manejo da irrigação	11
2.3 Resposta do cafeeiro à irrigação	13
2.3.1 Desenvolvimento vegetativo	13
2.3.2 Parâmetros produtivos do cafeeiro	15
2.3.3 Qualidade de grãos	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Caracterização da área experimental.....	20
3.2 Implantação do experimento e tratos culturais	20
3.3 Delineamento experimental e manejo da irrigação.....	21
3.4 Colheita e beneficiamento	25
3.5 Parâmetros avaliados.....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Parâmetros climáticos	28
4.2 Crescimento vegetativo	33
4.2.1 Altura de plantas.....	33
4.2.2 Diâmetro de copa.....	35
4.2.3 Diâmetro de caule.....	37
4.2.4 Comprimento de ramos plagiotrópicos.....	38
4.2.5 Número de entrenós no ramo ortotrópico	40

4.3 Produção.....	42
4.3.1 Produtividade.....	42
4.3.2 Rendimento	45
4.3.3 Renda	48
4.4 Qualidade de grãos de café.....	51
4.4.1 Classificação em peneiras	51
4.4.2 Número de defeitos e tipo de bebida	52
5 CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS	64

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Resumo das análises de variância da altura (cm) do cafeeiro. UFU, Uberlândia – MG, 2007.	34
TABELA 2 - Resumo das análises de variância do diâmetro de copa (cm) do cafeeiro. UFU, Uberlândia – MG, 2007.	35
TABELA 3 - Resumo das análises de variância do diâmetro de caule (mm) do cafeeiro. UFU, Uberlândia – MG, 2007.	37
TABELA 4 - Resumo das análises de variância do comprimento de ramos plagiotrópicos (cm) do cafeeiro. UFU, Uberlândia – MG, 2007.	39
TABELA 5 - Resumo das análises de variância do número de entrenós no ramo ortotrópico do cafeeiro. UFU, Uberlândia – MG, 2007.	40
TABELA 6 - Resumo das análises de variância da produtividade de café (sacas ha ⁻¹). UFU, Uberlândia – MG, 2007.	42
TABELA 7 - Resumo da análise de variância conjunta da produtividade de café (sacas ha ⁻¹), safras 2003, 2004, 2005 e 2006. UFU, Uberlândia – MG, 2007.	44
TABELA 8 - Produtividade de café (sacas ha ⁻¹), em função dos anos, para cada nível de irrigação. UFU, Uberlândia – MG, 2007.	44
TABELA 9 - Resumo das análises de variância do rendimento de café (L saca ⁻¹). UFU, Uberlândia – MG, 2007.	45
TABELA 10 - Resumo da análise de variância conjunta do rendimento (L saca ⁻¹) de café, safras 2003, 2004, 2005 e 2006. UFU, Uberlândia – MG, 2007.	47
TABELA 11 - Rendimento de café (L saca ⁻¹), em função dos anos, para cada nível de irrigação. UFU, Uberlândia – MG, 2007.	47
TABELA 12 - Resumo das análises de variância da renda de café (kg kg ⁻¹). UFU, Uberlândia – MG, 2007.	48
TABELA 13 - Resumo da análise de variância conjunta da renda de café (kg kg ⁻¹), safras 2003, 2004, 2005 e 2006. UFU, Uberlândia – MG, 2007.	50
TABELA 14 - Renda de café (kg kg ⁻¹), em função dos anos, para cada nível de irrigação. UFU, Uberlândia – MG, 2007.	50
TABELA 15 - Resumo das análises de variância do percentual de grãos grandes (peneiras 19-18-17), médios (peneiras 16-15), pequenos (peneiras 14-13) e mocas (peneiras 11-10-9 e 8) de café, safra 2006. UFU, Uberlândia – MG, 2007.	51
TABELA 16 - Equivalência de defeitos e qualidade da bebida de café, em função de lâminas de irrigação no cafeeiro Rubi MG-1192, safra 2006. UFU, Uberlândia – MG, 2007.	53

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Esquema de casualização dos tratamentos e de posicionamento dos blocos no campo.....	22
FIGURA 2 - Estação Climatológica da Fazenda Experimental do Glória (a) e tanque “Classe A”, em detalhe (b).	24
FIGURA 3 - Registros instalados em cavaletes e sua identificação para controle das lâminas de irrigação.....	24
FIGURA 4 - Classificação de grãos pelo tamanho, em jogo de peneiras oficiais.	26
FIGURA 5 - Precipitação pluvial na Fazenda Experimental do Glória, município de Uberlândia, de janeiro 2001 a maio de 2006 (valores acima das colunas referem-se às médias mensais).	29
FIGURA 6 - Evaporação de água em tanque “Classe A”, na Fazenda Experimental do Glória, município de Uberlândia, de janeiro 2001 a maio de 2006 (valores acima das colunas referem-se às médias mensais).	30
FIGURA 7 - Temperatura média registrada na Estação Climatológica da Fazenda Experimental do Glória, município de Uberlândia, de janeiro 2001 a maio de 2006 (valores acima das colunas referem-se às médias mensais).	31
FIGURA 8 - Umidade relativa do ar registrada na Estação Climatológica do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, de janeiro 2001 a maio de 2006 (valores acima das colunas referem-se às médias mensais).	32
FIGURA 9 - Representação gráfica e equações de regressão da altura de plantas (cm), em função das lâminas de irrigação.	34
FIGURA 10 - Representação gráfica e equações de regressão do diâmetro médio de copa (cm) do cafeeiro, em função das lâminas de irrigação.....	36
FIGURA 11 - Representação gráfica e equações de regressão do diâmetro de caule (mm) do cafeeiro, em função das lâminas de irrigação.....	38
FIGURA 12 - Representação gráfica e equações de regressão do comprimento de ramos plagiotrópicos (cm), em função das lâminas de irrigação.	39
FIGURA 13 - Representação gráfica e equações de regressão do número de entrenós no ramo ortotrópico do cafeeiro, em função das lâminas de irrigação.	41
FIGURA 14 - Representação gráfica da produtividade de café (sacas ha ⁻¹), em função das lâminas de irrigação.	43
FIGURA 15 - Representação gráfica do rendimento de café (L saca ⁻¹), em função das lâminas de irrigação.....	46
FIGURA 16 - Representação gráfica da renda de café (kg kg ⁻¹), em função das lâminas de irrigação.	49
FIGURA 17 - Representação gráfica do percentual (base em peso) de grãos de café retidos nas peneiras de classificação, em função das lâminas de irrigação, safra 2006..	52

RESUMO

SILVA, CÉSAR ANTÔNIO DA. **Resposta do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) à lâminas de irrigação por gotejamento.** 2007. 68 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.*

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade de grãos do cafeeiro Rubi, linhagem MG-1192, cultivado sob lâminas de irrigação durante cinco anos consecutivos. O experimento foi conduzido num Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa, na Fazenda Experimental do Glória, situada a 18°58' de latitude sul e 48°12' de longitude oeste, e altitude de aproximadamente 890 m, no município de Uberlândia, em Minas Gerais, Brasil. O clima local é do tipo Cwa, sendo o inverno seco e o verão quente e chuvoso. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e oito tratamentos de lâminas de irrigação, iguais a 0% (sem irrigação), 30%, 60%, 90%, 120%, 150%, 180% e 210% da Evaporação em tanque “Classe A” – ECA. O plantio foi realizado em janeiro de 2001, no espaçamento de 3,5 m entre linhas e 0,7 m entre plantas. As parcelas foram constituídas por três fileiras com oito plantas cada, sendo avaliadas as quatro plantas centrais da fileira central. Foi adotado o sistema de irrigação por gotejamento, com emissores autocompensantes de vazão 3,5 L h⁻¹, sendo as irrigações realizadas às segundas, quartas e sextas-feiras. Diariamente, foram coletados os dados de precipitação pluvial, evaporação de água em tanque “Classe A”, temperatura e umidade relativa do ar. O manejo da lavoura foi realizado com aplicação de micronutrientes, via foliar, e adubação de produção, via convencional, na região da “saia” do cafeeiro. O controle de pragas, doenças e plantas invasoras foi estabelecido conforme a necessidade. As plantas infestantes foram manejadas com roçadeira nas entrelinhas e aplicação de herbicida ao longo das linhas. Anualmente (de 2002 a 2006), foram mensurados a altura do cafeeiro, diâmetro de copa e de caule, comprimento de ramos plagiotrópicos e número de entrenós no ramo ortotrópico. A partir de 2003, em quatro colheitas consecutivas, avaliou-se a produtividade, rendimento e renda, e em 2006, a qualidade dos grãos. Com relação ao desenvolvimento vegetativo do cafeeiro, os melhores resultados foram obtidos com lâminas variando de 136,3% a 149,2% da ECA. A produtividade máxima alcançada foi de 115 sacas de 60 kg por hectare, obtida em 2004, com a lâmina de 164,1% da ECA. A irrigação não amenizou o efeito da bianualidade, já que, em 2005, a produção foi relativamente baixa. Entretanto, o uso desta técnica diminuiu o percentual de grãos grandes (peneiras 19, 18 e 17) e aumentou o de grãos médios (peneiras 16 e 15), não interferindo na qualidade da bebida de café.

Palavras-chave: crescimento vegetativo, produção, qualidade de grãos, manejo de irrigação.

* Comitê Orientador: Reges Eduardo Franco Teodoro – UFU (Orientador) e Benjamim de Melo – UFU.

ABSTRACT

SILVA, CÉSAR ANTÔNIO DA. **Performance of coffee plant (*Coffea arabica* L.) to drip irrigation levels.** 2007. 68 p. Dissertation (Master Program Agronomy/Plant Technology) - Federal University of Uberlândia, Uberlândia.*

This study evaluated coffee plant Ruby, line MG-1192, vegetative development, yield and berry quality, cultivated under irrigation levels during five years. The experiment was done in a loamy red latosol, at Experimental Farm of Glória, located to 18°58' S and 48°12' W, and approximately 890 m above sea level, in the county of Uberlândia, in Minas Gerais, Brazil. The local climate is Cwa, with dry winter and hot and rainy summer. The experimental design was randomized blocks with four repetitions and eight treatments of irrigation levels, which were 0% (without irrigation), 30%, 60%, 90%, 120%, 150%, 180% and 210% of the Evaporation measured in the "Class A" tank (ECA). Planting was done in January 2001, at the spacing 3.5 m between rows and 0.7 m between plants. The plots consisted of three rows with eight plants each, and the four central plants of the middle row were evaluated. A drip irrigation system was used, with self compensating drippers at a flow of 3.5 L h⁻¹, and the irrigations were always done on Mondays, Wednesdays and Fridays. Data on rainfall, water evaporation in "Class A" tank, temperature and air relative humidity were collected daily. Production fertilization was done conventionally under the plant canopy, while the micronutrients were applied as foliar sprays. Pest, disease and weed control was done as required. Weeds were cut with a weeder between rows and controlled with herbicides under the plant canopy. Plant height, canopy and stem diameter, length of the plagiotropic branches and number of internodes in the orthotropic branches were measured yearly (from 2002 to 2006). Starting in 2003, for four consecutive harvests, production, yield and profitability, and in 2006, the berry quality were evaluated. Regarding the coffee plant vegetative development, the best results were obtained with levels varying from 136.3% to 149.2% ECA. The maximum yield obtained was 115 60-kg sacs per hectare, obtained in 2004, with the level of 164.1% ECA. The irrigation did not mitigate the biannual effect, since, in 2005, yield was relatively low. However, the use of this technique reduced the percentage of big berries (sieves 19, 18 and 17) and it increased the number of medium berries (sieves 16 and 15), not interfering in the quality of coffee beverage.

Keywords: vegetative growth, production, berries quality, irrigation management.

* Supervising Committee: Reges Eduardo Franco Teodoro – UFU (Major Professor) and Benjamim de Melo – UFU.

1 INTRODUÇÃO

O café é uma bebida aromática, de forte sabor, apreciada por grande parte da população global. No Brasil, cerca de 94% dos habitantes têm o hábito de tomar café e o consumo cresce a cada ano, o que faz agregar mais valor e aumentar a demanda deste produto no mercado (INTERSCIENCE, 2007).

O atual padrão de consumo, aliado às novas tecnologias de produção, fazem da cafeicultura uma atividade de grande importância ao agronegócio brasileiro, devido a sua capacidade de gerar divisas e empregos e de fixar a mão-de-obra no campo. Estima-se que cada hectare com cafeeiros produtivos gere 2,3 empregos diretos e 4,0 indiretos (ALVES, 1999; MAIA, 2004).

Sob o aspecto econômico, o café é um dos principais produtos agrícolas do Brasil, por movimentar boa parte dos negócios no âmbito internacional. O país é o maior produtor e exportador mundial, sendo a sua última safra (2006/07) avaliada em 41,573 milhões de sacas de 60 kg beneficiadas, das quais Minas Gerais foi responsável por 50,9% (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2006).

Inicialmente, a cafeicultura brasileira se desenvolveu em regiões climaticamente aptas. Mas, com a sua expansão para “áreas marginais”, mais precisamente o oeste da Bahia e a região do cerrado no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, onde a quantidade de chuva é insuficiente ou mal distribuída no decorrer do ano, tornou-se necessário o uso da irrigação, havendo maior interesse dos cafeicultores por esta técnica.

Considerável parte da produção de café se deve ao uso da irrigação, apesar de que a área irrigada ainda seja relativamente pequena. Estima-se que apenas 10% ou cerca de 220 mil hectares de café no Brasil são irrigados, os quais respondem por 22% da produção nacional (SATURNINO, 2007).

A irrigação é uma prática recente e recomendada para a maioria das regiões produtoras de café do Brasil. Segundo Matiello (1991), esta técnica tem resultado em bom retorno, principalmente em regiões onde a deficiência hídrica e veranicos coincidem com o período de frutificação.

A irrigação tem sido utilizada com o propósito de estimular o desenvolvimento vegetativo do cafeeiro, aumentar a produção e obter grãos e bebida de melhor qualidade. Mas nem sempre isso acontece, uma vez que depende de variáveis, como o tipo de sistema de irrigação, idade do cafezal, cultivar e linhagem de café, tipo de solo e condições climáticas locais.

Ainda são poucas as informações sobre o melhor suprimento de água no cafeeiro, e na literatura há controvérsias quanto ao efeito da irrigação sobre a bianualidade¹ desta cultura, o que demanda a realização de mais pesquisas. Também, não existem critérios definitivos de manejo da irrigação, no que se refere a dois fatores: quando irrigar (turno de rega fixo ou variável) e quanto irrigar (lâmina total necessária). Ambos requerem o conhecimento do sistema solo-água-planta e atmosfera.

Trabalhos desenvolvidos por Gervásio (1998), Vilella (2001) e Rotondano (2004) dão indícios dos benefícios da irrigação e de uma metodologia de manejo a seguir, porém, enfocam no máximo até a segunda safra do cafeeiro. Para obter respostas mais abrangentes e confiáveis, é imprescindível avaliar o efeito da irrigação nos parâmetros de crescimento e produção do cafeeiro ao longo de vários anos.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade de grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), cultivado sob lâminas de irrigação durante cinco anos consecutivos, no município de Uberlândia, em Minas Gerais.

¹ Bianualidade: alternância de safras alta e baixa pelo cafeeiro, sendo a produção de um ano elevada, e a do ano seguinte, relativamente baixa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção, são abordados os principais aspectos da cultura do cafeeiro, sua importância econômica, a necessidade hídrica em cada um de seus estádios fenológicos, o uso da irrigação e seu manejo, bem como resultados de pesquisa acerca das características vegetativas, produtivas e de qualidade do café produzido em ambientes com distintos regimes hídricos.

2.1 A cultura do cafeeiro

O cafeeiro é uma planta de porte arbustivo, da família das Rubiáceas e do gênero *Coffea*, o qual compreende aproximadamente 100 espécies já descritas pela ciência (FAZUOLI, 1986). Mas, somente duas destas espécies, *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora*, têm importância econômica, as quais são designadas comumente de “café arábica” e “café robusta”, respectivamente (MENDES; GUIMARÃES, 1996).

Aproximadamente 70% do café comercializado no mundo provêm de cultivares da espécie *Coffea arabica* L. (AGUIAR, 2005). No Brasil, 77,1% do total de sacas colhidas na safra 2006/07 foram de café arábica (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2006).

Vilella (2001) descreve que a preferência pelo arábica se deve a dois fatores principais: a adaptação desta espécie às condições edafoclimáticas das principais regiões produtoras do Brasil, e sua melhor qualidade de grãos em relação ao *Coffea canephora*, o que significa melhor aceitação do mercado.

Em muitas lavouras espalhadas pelo Brasil, o cafeeiro apresenta grande variabilidade em termos de produtividade. Nos locais onde é cultivado, a produtividade assim como a qualidade do café são, entre outros fatores, diretamente afetados pelas variações na disponibilidade de água no sistema solo-planta-atmosfera (CAMARGO, 1992; MAIA, 2004).

2.1.1 Expansão da cafeicultura e sua importância

O uso do café pelo homem provavelmente teve início por volta do ano 850 d.C., na Abissínia (atual Etiópia), região de origem do cafeeiro, onde os invasores árabes verificaram que os habitantes locais tinham o hábito de mascar os frutos secos e as

folhas de café, por serem estimulantes. Esse hábito foi adotado pelos árabes, que então passaram a consumir a bebida feita a partir de frutos maduros e “cerejas” torradas. Todavia, há relatos de que o café foi torrado pela primeira vez na Pérsia, apenas no século XVI, sendo a partir de então, consumido como bebida na forma atual. (MOREIRA, 2003).

Após ser introduzido na Arábia, no século XV, o café foi levado pelos holandeses para a Ilha de Java e Jardim Botânico de Amsterdã. Por volta de 1718, foi introduzido na Guiana Holandesa (atual Suriname), atingindo também a Guiana Francesa (LEITE, 2002).

Em 1727, o café penetrou no Brasil, em Belém, estado do Pará, por intermédio de Francisco de Mello Palheta. Rapidamente expandiu-se pelo Maranhão, Bahia, Rio de Janeiro e região do Vale do Paraíba, até finalmente, chegar em São Paulo e Minas Gerais, por volta de 1825 (MOREIRA, 2003).

Desde o período colonial do Brasil, a cafeicultura tem contribuído com a fixação do homem no campo, melhoria de renda e qualidade de vida de pequenos produtores. Hoje, o agronegócio café é uma atividade mundialmente promissora, sob o aspecto econômico, por movimentar 90 bilhões de dólares por ano, e social, por empregar cerca de 500 milhões de pessoas (8% da população do planeta), da produção ao consumo final (GRISI, 2006).

O café é cultivado em cerca de 70 países, ocupando em torno de 12 milhões de hectares. É uma das bebidas mais populares do mundo, apesar de ser apreciado por apenas 19% da população global (ZAMBOLIM, 2003). Mesmo sendo baixo o percentual de consumidores, DaMatta (2004) considera o café a mais importante “commodity” do comércio mundial de produtos agropecuários, representando uma importante fonte de renda em países da África, Ásia e América do Sul, principalmente no Brasil e na Colômbia.

Atualmente, o Brasil lidera a produção mundial, com aproximadamente 30% do total produzido, e Minas Gerais é o estado que detém a maior produção, seguido dos estados do Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Paraná e Rondônia (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2006).

A produção brasileira, assim como a mundial, poderia ser mais expressiva, caso não fossem as condições desfavoráveis ao cultivo, particularmente o limitado suprimento de água.

2.1.2 Necessidades hídricas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

A água é de vital importância no ciclo de qualquer cultura, pois é o principal fator responsável pela absorção e transporte de nutrientes.

Para vegetar e frutificar, o cafeeiro necessita de água facilmente disponível no solo. Dentre os fatores que interferem na disponibilidade de água, os climáticos são os mais relevantes, principalmente a precipitação e a temperatura (VILELLA, 2001; OLIVEIRA, 2003).

O déficit hídrico inibe o desenvolvimento do sistema radicular do cafeeiro, especialmente as raízes absorventes, reduzindo a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, o crescimento da parte aérea e a produção de grãos. Estes efeitos foram constatados por Matiello e Dantas (1987), ao observarem que plantas bem supridas de água apresentaram sistema radicular bem desenvolvido e proporcional ao volume de sua parte aérea, quando comparadas com plantas não irrigadas.

Por outro lado, há autor que diz que períodos secos parecem ser importantes para o crescimento de raízes, pois as induzem a buscar água em camadas mais profundas (HAARER, 1962). Em contrapartida, a ocorrência de chuvas o ano todo, como acontece na Colômbia e na Costa Rica, não permite que as gemas florais experimentem um período de repouso, o que é indispensável para uma floração sincronizada e frutificação uniforme. Conseqüentemente, a colheita torna-se mais trabalhosa, tendo que ser realizada de forma seletiva, já que existem frutos em diferentes estádios na mesma planta (RENA; MAESTRI, 1986).

Informações na literatura indicam que a baixa disponibilidade de água no solo afeta os processos fisiológicos associados à produção de biomassa e, conseqüentemente, a produtividade do cafeeiro. Embora seus efeitos dependam da duração, intensidade e estágio fenológico da cultura, o déficit hídrico limita o crescimento vegetativo, formação e maturação dos grãos (CAMARGO, 1987; MAIA, 2004).

Segundo Camargo (1987), o ciclo fenológico do cafeeiro no centro-sul do Brasil é bem definido e compreende quatro fases distintas: florescimento na primavera; expansão rápida (chumbinho) e enchimento de grãos no verão; maturação no outono; abotoamento e dormência no outono/inverno.

No estágio de pré-florescimento, entre os meses de junho e setembro, a falta de água pode provocar a má formação dos botões florais, bem como a queda destes (SOARES et al., 2005). O abortamento da florada, englobando botões florais não

abertos, flores abertas e formação de “estrelinhas”, é um fenômeno típico e marcante do déficit hídrico elevado, atingindo valores superiores a 50% (BATISTELA SOBRINHO et al., 1985).

Matiello et al. (1995) observaram, em cafeeiros *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, o abortamento de botões florais após chuvas insuficientes de 3,0 a 8,0 mm, que provocaram o crescimento inicial dos botões, mas estes não chegaram a se abrir, secando logo em seguida. Em experimentos já realizados, o uso de irrigação diminuiu o percentual de flores “estrelinhas” de 57% a menos de 5%, ou até a valores praticamente nulos (RENA; MAESTRI, 1987; THOMAZIELLO et al., 1999).

Na fase chumbinho (outubro a dezembro), o déficit hídrico atrasa o crescimento dos frutos, podendo ocasionar a sua queda ou pequeno crescimento do pergaminho, resultando em “peneira baixa”, ou seja, grãos depreciados para comercialização (CAMARGO, 1987). O tamanho final do grão depende acentuadamente da precipitação ocorrida entre 10 e 17 semanas após o florescimento, período este considerado de expansão rápida do fruto (RENA; MAESTRI, 1987).

De janeiro a março, dependendo da intensidade, o déficit hídrico pode causar a má formação de grãos, resultando em alto percentual de frutos chochos ou mal granados (MIGUEL et al., 1976; FREIRE; MIGUEL, 1984, CAMARGO, 1984). Este último autor observou, em Campinas (SP), que a supressão de água durante a granação foi responsável por um índice de chochamento de 45%.

Nos estádios de maturação e abotoamento (abril a junho), o déficit hídrico não afeta a produtividade do ano, porém prejudica seriamente a produção do ano seguinte. Por outro lado, durante a fase de dormência (julho a setembro), a deficiência hídrica pode até ser benéfica, pelo fato de condicionar um florescimento abundante após chuvas ou irrigações, no final da fase, proporcionando uma frutificação e maturação uniforme na safra seguinte (CAMARGO, 1987).

2.1.3 Zoneamento climático do cafeeiro arábica em Minas Gerais

Embora seja cultivado em regiões com pluviosidade entre 750 e 2500 mm, como no Quênia, onde chove apenas 800 mm, e na Índia, onde a precipitação anual supera 2000 mm, as melhores condições para o cafeeiro arábica correspondem a chuvas variando de 1200 mm a 1800 mm anuais (CARDOSO, 1994; TOMAZIELLO et al., 1999).

No Brasil, o cafeeiro arábica foi inicialmente cultivado em áreas próximas ao litoral, por razões de conveniência (transporte, portos), mas logo se percebeu que em locais de maior altitude, onde a temperatura média anual é ligeiramente mais baixa, ele se desenvolvia melhor (LEITE, 2002). Isso fez com que o café se expandisse pelo interior, porém encontrou, em muitos locais, a escassez de água como um fator limitante.

Há poucos anos, o café era cultivado quase que exclusivamente em sequeiro. Em Minas Gerais, muitos plantios efetuados sem o suprimento artificial de água foram seriamente prejudicados (TEIXEIRA et al., 2001). Assim, houve a necessidade de mapear as áreas conforme sua aptidão à cafeicultura (Figura 1A, Anexo A), em função da deficiência hídrica e temperatura média anual.

Conforme o zoneamento climático realizado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (2007), são consideradas aptas ao cultivo, áreas com déficit hídrico² anual inferior a 150 mm e temperatura média anual (Tma) entre 18 e 23,5°C, ficando a faixa ideal, segundo vários autores, entre 19 e 21°C (MATIELLO et al., 1974; CAMARGO, 1985; THOMAZIELLO et al., 1999). Considera-se ainda, aptas com irrigação, áreas com Tma entre 23,5 e 24°C e déficit hídrico anual superior a 150 mm, e inaptas, áreas de Tma inferior a 18°C ou superior a 24°C.

Devido a sua origem no sudoeste da Etiópia, na África, entre 1500 e 1900 metros de altitude, em região climaticamente parecida com o cerrado brasileiro, o *Coffea arabica* L. é adaptado às zonas de clima tropical, como o Triângulo Mineiro, mas desde que o déficit hídrico não seja acentuado (MATIELLO, 1991; CAMARGO; PEREIRA, 1994).

Mesmo em áreas aptas ao cultivo, como no Sul de Minas e parte do Triângulo Mineiro, onde as características edáficas são excelentes (solos profundos, de textura média a argilosa), a ocorrência de estiagens prolongadas, em períodos críticos da demanda hídrica, faz com que a irrigação seja necessária (CAMARGO, 1987; SANTINATO et al., 1996).

Alves (1999) alerta que os veranicos não precisam ser longos para causarem prejuízos à cultura. Poucos dias de estiagem podem comprometer a produção, a exemplo dos dias em que ocorre a antese (abertura das flores), que tem duração de três a sete dias.

² Déficit hídrico (DH): diferença entre a evapotranspiração (EP) do sistema solo-planta e a precipitação pluvial (P) (SANTINATO, 2001).

Dentre as cultivares de café recomendadas para as condições edafoclimáticas do Triângulo Mineiro, destaca-se a cultivar Rubi MG-1192, obtida do retrocruzamento de Catuaí Vermelho com a variedade Mundo Novo. Dentre as características mais marcantes desta cultivar destacam-se: o elevado vigor e porte baixo (pouco superior a 2,0 m), o que facilita a colheita manual; diâmetro médio de copa em torno de 1,8 m; ramificação secundária abundante; folhas novas de cor bronzeada, que é um marcador genético; maturação intermediária entre o Catuaí e o Mundo Novo e os frutos de coloração vermelha, no estágio cereja (MENDES; GUIMARÃES, 1996; ROTONDANO, 2004).

2.2 Irrigação no cafeeiro

A irrigação é uma técnica utilizada há muito tempo, para assegurar disponibilidade de água às plantas em períodos de estiagem. Além de aumentar a produtividade das culturas, esta prática pode proporcionar a obtenção de um produto diferenciado, de melhor qualidade e com perspectiva de bons preços no mercado (SOUZA, 2001).

No Brasil, a irrigação no cafeeiro teve início em meados de 1946, através do Instituto Agrônomo de Campinas, na região de Ribeirão Preto (SP). Os primeiros sistemas foram a irrigação por sulcos e por aspersão convencional. Nessa época, o manejo da irrigação não era o mais adequado, pois muitos cafeicultores procediam a “irrigação de socorro ou salvação”, apenas nos meses mais críticos, geralmente agosto e setembro (SANTINATO, 2001).

A partir da década de 60, vários tipos de sistemas pressurizados foram utilizados na cafeicultura, como a irrigação por canhão, autopropelido, aspersão em malha, tubos perfurados ou “tripa”, pivô central, através do plantio circular de café, e mais recentemente, no início dos anos 90, o sistema por gotejamento.

A definição de sistemas de irrigação mais adequados ao cafeeiro tem sido amplamente discutida. Por se tratar de uma prática relativamente nova na cafeicultura, a escolha do sistema deve ser criteriosa, levando em conta os aspectos técnicos, econômicos e operacionais. Essa escolha depende do tipo de solo, topografia do terreno, tamanho da área, fatores climáticos, manejo e espaçamento da cultura, e principalmente, disponibilidade de água (MANTOVANI, 2000).

Os sistemas em que a água é aspergida na forma de chuva, não são recomendados para a cultura do cafeeiro, por apresentarem altas perdas de água por evaporação ou deriva em condições climáticas adversas, durante o trajeto das gotas no ar. Outra limitação dos sistemas por aspersão é o alto consumo de energia para bombeamento, além de molharem a parte aérea das plantas, propiciando ambiente favorável à doenças fúngicas (BERNARDO, 1995).

O pivô central, por exemplo, tem sido utilizado com destaque em lavouras no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Ultimamente, tal equipamento tem passado por uma evolução, substituindo os “sprays” convencionais por emissores do tipo LEPA – *Low Energy Precision Application*, que significa Aplicação Precisa com Baixo Consumo de Energia. O uso de emissores LEPA reduz o consumo de água e energia em aproximadamente 25% e os tratos culturais em 21 a 24%, comparando-se aos emissores convencionais (SANTINATO, 2001). Mas, diante da escassez hídrica e da possibilidade de cobrança pelo uso da água na agricultura, a utilização de emissores LEPA pode não ser o sistema mais adequado para o cafeicultor, já que existem sistemas que apresentam menores perdas de água por evaporação.

Dentre os sistemas localizados, a microaspersão não é recomendável para a cultura do café, pelo fato do alcance do jato de água ser influenciado pela “saia” do cafeeiro. Por sua vez, os sistemas por gotejamento são mais indicados, devido sua uniformidade e eficiência relativamente alta (SANTINATO et al., 1996).

2.2.1 Irrigação por gotejamento

A irrigação por gotejamento compreende os sistemas em que a água é aplicada diretamente sobre a região radicular, em pequena intensidade e alta frequência, de modo que a umidade do solo se mantenha sempre próxima à capacidade de campo³ (SOUZA, 2004).

A aplicação de água, na irrigação por gotejamento, é sob a forma de “ponto fonte”, ficando a superfície com uma área molhada de forma circular, delimitada pela frente de molhamento. O volume de solo úmido assemelha-se a um bulbo (Figura 2A, Anexo A), que varia conforme a textura do solo. Quando os emissores são próximos uns dos outros, forma-se uma faixa úmida contínua. Nesse sistema, somente uma pequena

³ Capacidade de campo: quantidade máxima de água retida pelo solo sem ocorrer drenagem, sob atuação da força gravitacional.

porção da superfície do solo é molhada, reduzindo as perdas de água por evaporação (LEITE JÚNIOR, 2003).

O sistema por gotejo é o que melhor se ajusta à irrigação do cafeeiro, além da possibilidade de aplicação de fertilizantes via água, motivo pelo qual vem apresentando ampla expansão (MANTOVANI, 2000). Esta afirmação é justificada por Rena e Guimarães (2000), uma vez terem demonstrado que aproximadamente 90% das raízes absorventes do cafeeiro estão distribuídas na zona de projeção da copa das plantas e 80% delas restritas aos primeiros 40 cm de profundidade.

Drumond et al. (2002) verificaram, em Uberaba (MG), que o sistema por gotejamento mostrou-se superior dentre os sistemas avaliados (aspersão em malha, tripa, gotejamento, pivô central e testemunha), quanto à altura de planta aos cinco meses de idade e à produtividade do cafeeiro Catuaí vermelho.

A irrigação por gotejamento é usada, em geral, sob a forma de sistema fixo. O sistema é constituído por um número de linhas laterais suficiente para suprir toda a área, o que torna o seu custo elevado, ficando seu uso restrito a culturas nobres como o cafeeiro, que possui alta capacidade de retorno. Estima-se, aproximadamente, que 20 mil hectares de café no Brasil estejam sendo irrigados por gotejamento (NETAFIM, 2006).

O interesse pela irrigação por gotejamento foi despertado principalmente pela economia de água, aliada a um substancial aumento na produção das culturas (OLITTA, 1978).

Comparando com outros métodos, como a aspersão, Bernardo (1995) destaca ainda, as seguintes vantagens: economia de mão-de-obra e energia; redução de plantas infestantes nas entrelinhas; não molha a parte aérea do cafeeiro, o que reduz a ocorrência de patógenos nas folhas, como *Hemileia vastatrix*, agente causal da ferrugem, e *Cercospora coffeicola*.

Por outro lado, esse sistema apresenta algumas limitações, sendo a exigência de água limpa uma delas. Isto requer a instalação de filtros, a fim de evitar ou minimizar o entupimento de emissores. Em virtude da formação do “bulbo molhado” no solo, as raízes das plantas tendem a se concentrar nessa região, diminuindo a exploração de nutrientes em outras regiões e a estabilidade das plantas a ventos fortes (BERNARDO, 1995).

Uma das inovações em sistemas por gotejamento, é o surgimento de emissores autocompensantes, que propiciam uma vazão relativamente uniforme ao longo da linha

lateral, sem grande influência de variações na pressão. Um dos reais benefícios, quanto ao uso destes emissores, é que permitem a instalação de linhas laterais mais longas (SANTINATO, 2001).

2.2.2 Manejo da irrigação

Hoje, há uma grande preocupação dos cafeicultores irrigantes em obter ótimos resultados de produtividade, porém, esquecem que para chegar aos resultados devem adotar um manejo eficiente da irrigação, evitando aplicações em excesso ou aquém das necessidades das plantas. O manejo implica basicamente em saber quando irrigar e quanto de água aplicar, o que proporciona ao agricultor menor desperdício de água e economia de energia (VILELLA, 2001).

Muitos produtores avaliam o momento de irrigar de forma visual, sem a utilização de um método de manejo que possibilite uma definição mais precisa. Gervásio (1998) e Karasawa (2001) afirmam que há várias maneiras de quantificar as necessidades hídricas das plantas e de prescrever as regas necessárias. Existem modelos pedológicos, baseados na determinação dos teores de água no solo; modelos físicos que utilizam tensiômetros, instalados à profundidade efetiva do sistema radicular das culturas; modelos fisiológicos baseados nas reações da planta ao déficit de água no solo; e modelos irrigacionistas que utilizam a leitura no tanque “Classe A”.

Definir quanto irrigar envolve o conhecimento de três fatores principais: o clima (temperatura e quantidade de chuva), o solo (capacidade de retenção de água) e as exigências hídricas do cafeeiro. Devido às dificuldades de se chegar a um consenso sobre a melhor forma de manejo, um método bastante utilizado consiste em repor ao solo a quantidade de água transferida para a atmosfera através da ET_{pc} (evapotranspiração potencial da cultura). Mas, para calcular a ET_{pc} , é necessário quantificar a evaporação de uma superfície livre de água, o K_t (coeficiente do tanque “Classe A”) e o K_c (coeficiente de cultivo) (GOMIDE, 1998).

Mesmo utilizando a metodologia da ET_{pc} para quantificar as regas, verifica-se que o manejo, a nível de campo, não é tão simples, pois o K_t varia em função das condições ambientais, como velocidade do vento, tamanho da bordadura e umidade relativa do ar onde está instalado o tanque (BERNARDO, 1995).

Da mesma forma, o K_c do cafeeiro é variável em função das condições climáticas, idade ou estágio em que se encontra as plantas, espaçamento e manejo

empregado no controle de ervas daninhas. A sua determinação tornou-se um desafio para muitos pesquisadores.

Trabalhos realizados em diferentes partes do mundo mostram divergências quanto ao Kc adequado. Blore (1966) sugere valores de Kc de 0,5, durante a estação seca, e de 0,8, na estação chuvosa. Clowes (1984) propõe Kc de 0,6 para todas as fases fenológicas do cafeeiro, plantado em qualquer espaçamento. Doorembos e Pruitt (1984) consideram que para plantas em pleno desenvolvimento, em local não sombreado e sem presença de ervas daninhas, o Kc recomendado é em torno de 0,9 para o ano todo. Porém, se não houver controle das ervas, o Kc varia de 1,05 a 1,10. Por outro lado, Gutiérrez e Meinzer (1994) sugerem Kc de 0,58 para cafeeiros com um ano de idade, e Kc variando de 0,75 a 0,79 para cafeeiros de dois a quatro anos.

Com base em experimentos e observações de campo, Santinato et al. (1996) sugerem valores de Kc em função da densidade de plantio e idade da lavoura, variando de 0,6 a 1,3.

Mesmo com tantos trabalhos já realizados, ainda não existe um consenso na literatura quanto à estimativa do Kc do cafeeiro. Analisando as metodologias de quantificar a irrigação no cafeeiro, verifica-se a necessidade de experimentar uma nova metodologia, que traga ao dia-a-dia do produtor maior facilidade de manejo. Gervásio (1998), Alves (1999) e Karasawa (2001) propõem evitar o uso do Kt e do Kc, e simplesmente repor ao solo um percentual do que foi evaporado no tanque “Classe A”, podendo inclusive ser maior que 100%.

O tanque “Classe A”, desenvolvido pelo Serviço Meteorológico Norte-Americano (USWB – *United States Weather Bureau*), consta de um tanque circular de aproximadamente 1,20 m de diâmetro interno e 25 cm de altura, confeccionado em chapa de aço inoxidável ou galvanizado. O tanque deve ser instalado em nível, a 15 cm de altura, preferencialmente sobre um estrado de madeira, e cheio de água até 5,0 cm da borda superior. Não é permitida variação no nível da água maior que 2,5 cm (BERNARDO, 1995).

Dentre as vantagens deste equipamento, Bernardo (1995) destaca o baixo custo, facilidade de manejo e medição da evaporação de uma superfície livre de água, associada aos efeitos integrados da radiação solar, do vento, da temperatura e da umidade relativa do ar.

2.3 Resposta do cafeeiro à irrigação

Vários trabalhos realizados, em diferentes locais e com diferentes cultivares, obtiveram importantes resultados das características vegetativas e de produção do cafeeiro, resultados estes que contribuem para a evolução da cafeicultura irrigada.

2.3.1 Desenvolvimento vegetativo

O desenvolvimento vegetativo é um importante parâmetro a ser avaliado em experimentos de irrigação, isto porque a produção do ano seguinte se concentra principalmente nos ramos plagiotrópicos mais novos e nos pontos de crescimento do ano anterior. Teoricamente, um melhor desenvolvimento do cafeeiro traz como consequência um aumento na produtividade (VILELLA, 2001). Assim, a formação de ramos secundários e terciários nos ramos plagiotrópicos é uma característica desejada, por aumentar a área produtiva da planta (CENTRO DE INTELIGÊNCIA DO CAFÉ, 2007).

Segundo Matiello (1991), o cafeeiro é mais exigente em água no período de vegetação e frutificação, que vai de outubro a maio. O “stress hídrico” no período de julho e agosto pode até ser benéfico, para condicionar uma uniforme floração e maturação dos frutos. Contudo, trabalhos como o de Barros et al. (1999), mostram que a irrigação durante o ano todo propicia melhor crescimento vegetativo em relação à irrigação em apenas alguns meses do ano, sendo observado um aumento na produtividade de 6,0 sacas ha⁻¹.

Períodos de seca prolongada reduzem o teor de nutrientes na parte aérea das plantas, podendo causar sintomas de murcha, desfolha, secamento de ramos, morte de raízes e deficiências induzidas de nutrientes. A deficiência, seja ela hídrica ou nutricional, reduz o número de gemas vegetativas e o crescimento de ramos plagiotrópicos, provocando decréscimo na produtividade (JORDÃO et al., 1996).

Araújo (1982), analisando os diâmetros de copa e de caule de cafeeiros irrigados e não irrigados, constatou maiores valores nos tratamentos que receberam irrigação.

Em lavoura de café Catuaí, em Brejão, estado de Pernambuco, o tratamento irrigado promoveu um incremento de 41%, no diâmetro de copa, e de 39%, na altura de plantas, em relação à testemunha (MATIELLO; DANTAS, 1987).

Santinato et al. (1989) obtiveram, em região marginal para o cafeeiro arábica, aumentos de 38,5 cm, na altura, e de 30,3 cm, no comprimento de ramos plagiotrópicos de cafeeiros irrigados durante 11 meses, respectivamente 18% e 42% superiores aos valores encontrados sem irrigação.

Garcia et al. (2000) constataram, em cafeeiros em formação, em Varginha (MG), um pequeno número de entrenós por ramo ortotrópico, devido à deficiência hídrica, tendo sido observados 10 e 6 entrenós/ramo nos anos de 1998/1999 e 1999/2000, respectivamente, enquanto que a média histórica é de 12 entrenós/ramo/ano.

Considerando a fase inicial de formação do cafeeiro, a lâmina ótima para o crescimento vegetativo tem variado bastante em muitos ensaios, indo desde 60% (VILELA et al., 2001) até 140% da ECA (GERVÁSIO, 1998). Este último autor verificou, em casa de vegetação, em Lavras (MG), que o aumento da umidade do solo acelerou o desenvolvimento inicial do cafeeiro Icatu MG-3282. Com a lâmina de 140% da ECA, obteve os melhores resultados para o número de ramos plagiotrópicos, número de entrenós no ramo ortotrópico, diâmetro de caule, altura de planta, área foliar e comprimento de raízes.

Ainda em Lavras (MG), Alves (1999) e Vilella (2001), trabalhando com irrigação por gotejamento no cafeeiro Acaiá Cerrado MG-1474, verificaram que a reposição de 100% da ECA propiciou os melhores resultados dos parâmetros vegetativos avaliados (altura de plantas, diâmetro de copa e de caule, comprimento e número de ramos plagiotrópicos). Como esses autores experimentaram apenas até a lâmina de 100% da ECA, em quase todas as características avaliadas, houve resposta linear crescente.

Em experimento com o cafeeiro Topázio MG-1190, irrigado por gotejamento, também em Lavras (MG), a lâmina de 120% da ECA apresentou o maior ganho de altura, diâmetro de copa e comprimento de ramos plagiotrópicos, em relação à testemunha, entretanto, houve uma tendência de estabilidade nas respostas entre os tratamentos de 80 e 120% da ECA (KARASAWA, 2001).

Em Uberlândia (MG), Rotondano (2004) concluiu que lâminas de irrigação variando de 146,3% a 150,4% da ECA foram as melhores para o desenvolvimento vegetativo do cafeeiro Rubi MG-1192, com idade de 30 meses.

2.3.2 Parâmetros produtivos do cafeeiro

A produtividade média dos cafezais varia muito, pois além do uso ou não da irrigação, fatores como a cultivar, espaçamento, tratos culturais e bianualidade do cafeeiro determinam este parâmetro.

A grande produção nos anos pares, e menor nos anos ímpares, ocorre há muito tempo no Brasil, provavelmente devido ao “stress” e esgotamento das reservas das plantas nos anos de safra alta, fazendo com que a produção do ano seguinte seja baixa (MOREIRA, 2003; SANTOS, 2005). Segundo Carvajal (1984), a irrigação pode atenuar sensivelmente o ciclo bienal do cafeeiro.

A maioria dos experimentos sobre irrigação no cafeeiro tem obtido aumentos de 20 a 30 sacas beneficiadas por hectare, independente do sistema utilizado, e dependente da região em estudo (SANTINATO, 2001).

Em Planaltina de Goiás (GO), a irrigação durante o ano todo elevou a produtividade do cafeeiro Mundo Novo em 23%, em relação à irrigação no período seco, e em 48%, em relação ao tratamento sem irrigação (SANTINATO et al., 1996).

Em vários experimentos, são notáveis as respostas de produtividade do cafeeiro irrigado, porém a lâmina ótima de irrigação tem variado muito, dependendo da região e da cultivar de café.

Num trabalho realizado em Lavras, a lâmina equivalente a 100% da ECA promoveu, na primeira colheita da cultivar Acaiá MG-1474, um aumento na produtividade de 53,9%, em relação ao tratamento em sequeiro, atingindo a marca de 72,04 sacas ha⁻¹ (ALVES, 1999). Nesse mesmo experimento, Silva et al. (2002) verificaram que a reposição de 100% da ECA elevou a produção acumulada das três primeiras safras em até 74,63%, em relação ao tratamento que só recebeu água provida das chuvas.

Também em Lavras (MG), a produtividade do cafeeiro Topázio MG-1190, aos 28 meses de idade, foi intensamente influenciada pela irrigação. O tratamento irrigado o ano todo, repondo 120% da ECA, produziu quase 15 vezes mais do que o tratamento sem irrigação, sendo em média, superior aos tratamentos irrigados em determinadas épocas do ano. Contudo, a irrigação o ano todo provocou uma maturação mais tardia e um período prolongado de maturação, resultando em elevada percentagem de café de “varrição” (KARASAWA, 2001).

Em Uberlândia, em experimento com o cafeeiro Rubi MG-1192, na sua segunda safra, a lâmina de 164,1% da ECA proporcionou a maior produtividade, cerca de 115 sacas ha⁻¹, enquanto a testemunha produziu apenas 21 sacas ha⁻¹ (BENEDETTI, 2004).

Soares et al. (2005), também conduzindo experimento com o cafeeiro Rubi, durante duas safras, em Patrocínio (MG), constataram que a reposição de 100%, 125% e 150% da evapotranspiração da cultura (ETc) foram os melhores tratamentos, obtendo praticamente a mesma produtividade, em média 51,5 sacas ha⁻¹. Já, sem o uso da irrigação, a produtividade foi de apenas 20,3 sacas ha⁻¹.

O rendimento e a renda são outros importantes parâmetros que devem ser considerados ao avaliar os aspectos produtivos do cafeeiro.

Devido às baixas precipitações pluviométricas e temperaturas médias elevadas no município de Varginha (MG), Freire e Miguel (1984) constataram uma sensível redução no rendimento de café, gastando 5,6 kg de “café da roça” por quilograma beneficiado, quando, em anos normais, esta relação é de 4,5 kg kg⁻¹. Além da queda do rendimento, houve também perda de qualidade, do tipo do café.

Miguel et al. (1993), estudando o efeito do déficit hídrico no rendimento e qualidade do café, em diferentes períodos após a floração, concluíram que a sua ocorrência, em janeiro, fez aumentar em 52% a quantidade de café cereja para produzir uma saca beneficiada, em relação ao tratamento sem déficit hídrico. As dimensões dos grãos, em largura e comprimento foram, sensivelmente, reduzidas nos tratamentos com falta de água, principalmente quando esta ocorreu entre 90 e 120 dias após o florescimento.

Karasawa (2001) testou quatro lâminas de irrigação (0%, 40%, 80% e 120% da ECA) no cafeeiro Topázio MG-1190, durante duas safras consecutivas (1998/99 e 1999/00). Apenas no primeiro ano houve diferença significativa do rendimento, em função das lâminas. O melhor rendimento (408,0 L saca⁻¹) foi obtido com a reposição de 120% da ECA, enquanto o pior rendimento (470,5 L saca⁻¹) ocorreu no tratamento não irrigado, gastando-se mais “café da roça” para conseguir uma saca de 60 kg de café beneficiado cru. Esse autor observou ainda que, independente da lâmina de irrigação, o rendimento médio no primeiro ano (safra alta) foi melhor que no segundo ano (safra baixa), pois foram necessários 444 L saca⁻¹, no primeiro ano, contra 467 L saca⁻¹, no segundo.

No cafeeiro Acaiá MG-1474, foram observados rendimentos variando de 428,9 L saca⁻¹, aplicando a lâmina de 100% da ECA, a 562,2 L saca⁻¹, na ausência de irrigação (VILELLA, 2001).

Martins et al. (2002), trabalhando com diferentes níveis de irrigação por pivô central no cafeeiro Rubi, em Lavras (MG), não detectaram diferença significativa no rendimento das duas primeiras safras desta cultivar.

Quanto à renda de café, que expressa a relação café em coco/beneficiado, Santinato et al. (2002) verificaram que o uso de irrigação, ao longo de seis safras (1997 a 2002), promoveu um incremento médio de 7% na renda, em relação a cafeeiros que receberam água apenas das chuvas.

Em experimento com o cafeeiro Rubi MG-1192, independente de irrigar com repouso (corte da irrigação em julho e agosto) ou não (irrigar o ano todo), foram necessários 1,78 kg de café em coco para produzir 1,0 kg beneficiado, enquanto no tratamento sem reposição artificial de água, esta relação foi de 2,02 kg kg⁻¹ (TEODORO et al., 2005a).

2.3.3 Qualidade de grãos

No passado, os cafeicultores brasileiros pouco se preocupavam em produzir café de qualidade, mas hoje sabem que o preço deste produto é determinado pelo fator qualitativo.

No Brasil, a qualidade do café é medida em função de duas classificações. Uma se baseia nas características físicas (tipo), através de seu aspecto e pureza, conforme a Tabela Oficial Brasileira de Classificação, do antigo Instituto Brasileiro do Café, que identifica a equivalência em defeitos (grãos pretos, quebrados, ardidos, paus, pedras, torrões, cascas, etc.). Esta classificação é questionável e muito relativa, em função das modernas máquinas de beneficiamento e rebeneficiamento, que são capazes de eliminar todas as impurezas e grãos deteriorados (CARVALHO et al., 1994).

Segundo esses autores, a outra forma de classificação baseia-se no aroma da bebida, sendo considerada mais importante, pois refere às suas propriedades organolépticas (fragância, uniformidade, doçura, sabor, corpo, acidez, etc.).

A classificação pela bebida (estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riada, rio e rio zona) é feita de forma subjetiva por degustadores credenciados, através da

“prova de xícara”. A bebida dura é de sabor adstringente e áspero. A mole é de sabor mais agradável, suave e adocicado (BRASIL, 2003).

Silva (2002) relata que para avaliar a bebida, coloca-se em cada xícara 9,0 g de café parcialmente torrado e moído, adicionando em seguida 90 mL de água recém-fervida. A prova é iniciada assim que ocorrer a precipitação do café. Cada provador experimenta cinco xícaras de cada amostra a ser classificada, fornecendo um laudo por meio da análise sensorial.

Através da prova sensorial, tanto a classificação de vinhos, como a de bebida de café, têm sido satisfatórias para fins de comercialização, muito embora se observe, na maioria das vezes, que a prova de xícara tem considerado a “bebida dura” como valorização máxima do café (CHAGAS; COSTA, 1996).

Uma terceira forma de classificar o café é através da separação por peneiras, sendo os grãos quantificados segundo as dimensões dos crivos de peneiras oficiais, expressas em frações de polegadas (LEITE; SILVA, 2000). Esta separação é de extrema importância para uma uniforme torrefação do café, pois evita que grãos graúdos fiquem apenas tostados, e os miúdos sejam carbonizados, ao contrário da torrefação em “bica corrida” (ROTONDANO, 2004). Esse autor conseguiu, na primeira safra do cafeeiro Rubi MG-1192, um máximo de 35,5% de grãos retidos nas peneiras 15 e 16 com a lâmina de 128,7% da ECA.

Em Lavras (MG), Vilella (2001) obteve, nos tratamentos irrigados, maior percentagem de grãos retidos nas peneiras 16 e acima, em relação ao não irrigado, o que demonstra melhor granação do café nesses tratamentos.

Por outro lado, em Uberlândia (MG), a reposição de diferentes níveis de irrigação influenciou apenas a quantidade de grãos médios (retidos nas peneiras 16 e 15). A lâmina de 180% da ECA fez com que 43% dos grãos se classificassem como médios (TEODORO et al., 2005b).

A qualidade do café depende principalmente da forma como ele é cultivado, colhido e processado. Isso envolve não só o uso da irrigação, mas também fatores como o preparo do café (via seca ou úmida), armazenamento e torrefação.

Carvalho e Chalfoun (1985) afirmam que a irrigação induz várias floradas, fazendo com que a maturação dos frutos seja desuniforme e, conseqüentemente, pode acarretar pior qualidade da bebida, devido ao alto percentual de frutos verdes na colheita não-seletiva. Além disso, o aumento da umidade do solo pela irrigação, facilita a

fermentação dos frutos caídos. Em Lavras (MG), o uso de irrigação no cafeeiro Acaiá MG-1474 fez a bebida passar de mole para dura, na sexta safra (SILVA et al., 2005).

Segundo Carvalho et al. (1997), os frutos que tenham completado a maturidade fisiológica, usualmente chamados de café cereja, têm neste estágio o seu maior potencial de qualidade, pois os componentes químicos que conferem qualidade ao café já foram sintetizados. O fruto é normalmente constituído de duas sementes plano-convexas (chatas), desde que não haja abortamento de um dos lóculos, formando-se, nesse caso, sementes arredondadas, denominadas moca.

Como no momento da colheita, normalmente o cafeeiro apresenta frutos em diferentes estádios (verde, verde-cana, cereja, passa e seco), a quantidade de frutos verdes considerada ideal para iniciar a colheita é de no máximo 5%, sendo tolerável quantidades de até 20% que, no entanto, prejudicam a qualidade do café (BARTHOLLO; GUIMARÃES, 1997). Entretanto, a Cooperativa Regional de Cafeicultores de Guaxupé (2000) acrescenta que, para uma colheita bem sucedida, é necessário observar a quantidade de café na planta e no chão, a mão-de-obra disponível, a duração da colheita, e se esta é mecânica ou manual.

A colheita manual pode ser de três formas: derriça no chão, derriça no pano e a dedo. Vilella (2001) destaca a importância da colheita no pano, pois além de evitar o contato com a terra e com impurezas (pedras e torrões), também evita o contato com a umidade do solo e com grãos que já haviam caído anteriormente, minimizando processos de fermentação.

Dentre os fatores que mais afetam diretamente o aroma e sabor da bebida estão a presença de grãos verdes, temperaturas inadequadas de secagem e condições adversas de armazenamento, fatores estes que podem levar à ocorrência de fermentação ou torrefação de pior qualidade (CARVALHO; CHALFOUN, 1985).

Na região do cerrado, o clima seco durante a colheita é um aliado do processamento do café, podendo a sua secagem ser feita em terreiros. Segundo Bartholo e Guimarães (1997), o tempo médio de secagem na região do Triângulo Mineiro é de 15 dias, devendo a umidade final para armazenamento estar entre 10 e 12%.

As informações apresentadas até aqui, referem-se principalmente à irrigação nos primeiros anos de cultivo. Como o cafeeiro é uma planta perene e que pode produzir por mais de 15 anos, é de suma importância avaliar o efeito da irrigação durante várias safras, podendo assim, ser melhor manejada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de janeiro de 2001 a julho de 2006, no Setor de Irrigação da Fazenda Experimental do Glória, a qual pertence à Universidade Federal de Uberlândia. A área está situada no município de Uberlândia (MG), a 18°58'52" de latitude sul, 48°12'24" de longitude oeste e a uma altitude de aproximadamente de 890 m.

Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa. Apresenta duas estações bem definidas, sendo o inverno seco e o verão quente e chuvoso (OMETTO, 1981).

O solo classifica-se como Latossolo Vermelho distrófico, de textura argilosa, sendo a topografia do terreno levemente ondulada (EMBRAPA,1999).

3.2 Implantação do experimento e tratos culturais

Para a implantação do experimento, foram feitas amostragens e análises química e granulométrica de solo nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade. O solo foi corrigido antes do plantio, aplicando 800 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico em área total, para elevar a saturação por bases a 60%.

As operações de preparo do solo consistiram em aração única e duas gradagens, sendo a última às vésperas do plantio. Em seguida, foram abertos sulcos de 40 cm de profundidade, que receberam corretivo e fonte de fósforo conforme resultado da análise química de amostras de solo, retiradas à profundidade de 0 a 20 cm, e recomendações da Comissão de Fertilidade de Solos do Estado de Minas Gerais, para o plantio de café.

O plantio foi realizado em 15 de janeiro de 2001, no espaçamento de 3,5 m, entre linhas, por 0,7 m, entre plantas. Foram utilizadas mudas de cafeeiro arábica da cultivar Rubi, linhagem MG-1192, produzidas em viveiro, a partir de sementes fornecidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG. As mudas foram colocadas em covas pequenas, abertas ao longo dos sulcos devidamente preparados.

Nas adubações de cobertura, em pós-plantio, aplicou-se 15 g de K₂O e 4,0 g de N por planta, utilizando como fontes o cloreto de potássio e o sulfato de amônio. As adubações de formação (1º e 2º ano após o plantio) foram realizadas conforme a

Comissão de Fertilidade de Solos do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, 5ª Aproximação (GUIMARÃES et al., 1999).

Após o pegamento das mudas no campo, constatou-se que todas as plantas apresentavam um mesmo padrão de desenvolvimento, partindo-se então de uma condição homogênea para a aplicação dos tratamentos.

As adubações de produção foram calculadas a cada ano, com base na análise química de solo, de amostras coletadas na projeção da copa das plantas, conforme as recomendações da CFSEMG, 5ª Aproximação. Foi utilizado o fertilizante 20-05-20, sendo as dosagens divididas em quatro aplicações tratorizadas, distribuídas de outubro a março, na região da “saia” das plantas.

No último ano do experimento, em 2006, devido aos baixos teores de Ca e Mg e à alta saturação por Al (Tabela 1B, Anexo B), além da correção do solo com calagem, aplicando 1000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, foram distribuídos 800 kg ha⁻¹ de gesso em área total.

Todos os micronutrientes foram fornecidos via foliar, em quatro pulverizações anuais, sendo necessários em cada aplicação 480 L ha⁻¹ de solução. No preparo de 2000 L de solução, foram gastos 10 kg de ácido bórico, 10 kg de sulfato de zinco, 6 kg de sulfato manganoso e 10 kg de sulfato de cobre. Também foram misturados a esse volume de solução 10 kg de uréia, 6 kg de cloreto de potássio, 10 kg de cal hidratada e 1,0 L de espalhante adesivo.

As plantas invasoras foram manejadas com roçadeira nas entrelinhas, três vezes ao ano, entre outubro e abril, aliada à pulverização dirigida de glifosato próximo à linha de plantio, conforme o nível de infestação.

O controle de pragas e doenças foi efetuado conforme a necessidade, ao se observar os primeiros indícios nas plantas. Para as pragas, foram aplicados os inseticidas fenprotrina (0,25 L ha⁻¹ de Danimen 300 CE), deltametrina + triazofós (0,5 L ha⁻¹ do produto Deltaphos EC), cloridrato de cartap (1,0 kg ha⁻¹ de Cartap BR 500) e etiona (1,0 L ha⁻¹ de Ethion 500). Para as doenças, foram aplicados os fungicidas azoxistrobina (Amístar) e tebuconazole (Folicur PM).

3.3 Delineamento experimental e manejo da irrigação

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com oito tratamentos e quatro repetições (Figura 1). Os tratamentos foram lâminas de irrigação correspondentes

a 0% (sem irrigação), 30%, 60%, 90%, 120%, 150%, 180% e 210% da evaporação de água em tanque “Classe A”, tendo início a sua aplicação em 11 de agosto de 2001.

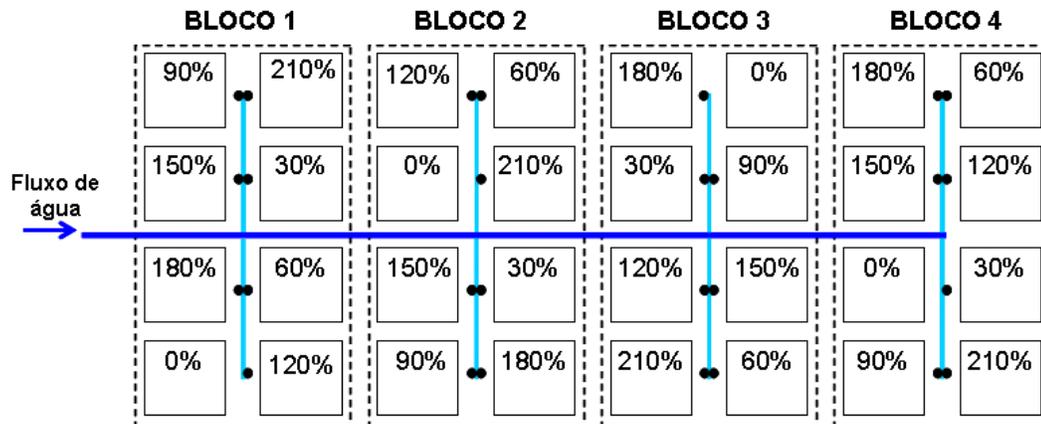


FIGURA 1 - Esquema de casualização dos tratamentos e de posicionamento dos blocos no campo.

Cada parcela foi constituída por três fileiras de plantas, com oito plantas em cada fileira. Foram consideradas úteis as quatro plantas centrais da fileira central, e as demais plantas constituíram a bordadura.

Foi implantado o sistema de irrigação por gotejamento, com emissores autocompensantes do tipo RAM, espaçados em 0,75 m, com vazão de 3,5 L h⁻¹ e pressão de serviço estabelecida pelo fabricante, variando de 50 a 400 kPa (5 a 40 mca). A manutenção do sistema consistiu em fazer regularmente a lavagem do filtro de discos e das mangueiras (linhas laterais) sob alta pressão, abrindo o final das linhas a fim de eliminar incrustações de partículas formadas no interior das mesmas, e minimizar problemas na uniformidade de distribuição de água.

A uniformidade foi determinada utilizando a metodologia proposta por Merriam e Keller (1978), que consiste em medir a vazão em quatro pontos ao longo da linha lateral: do primeiro gotejador, dos gotejadores situados a 1/3 e 2/3 do comprimento, e do último emissor. Também foi registrada, com manômetro, a pressão no final das laterais. Foram avaliadas quatro linhas em cada bloco, adotando-se o mesmo critério (início, 1/3, 2/3 e final do bloco), totalizando 64 valores de vazão. Os índices utilizados para avaliar a uniformidade foram o CUC (Coeficiente de Uniformidade de Christiansen) e o CUD (Coeficiente de Uniformidade de Distribuição), determinados através das Equações 1 e 2.

$$CUC = 100 \cdot \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |qi - \bar{q}|}{n \cdot \bar{q}} \right] \quad (\text{eq. 1})$$

$$CUD = 100 \cdot \left(\frac{q_{25}}{\bar{q}} \right) \quad (\text{eq. 2})$$

Em que:

qi – Vazão de cada emissor ($L h^{-1}$);

\bar{q} – Vazão média dos emissores ($L h^{-1}$);

n – Número de emissores.

q_{25} – Média de 25% das vazões com menores valores;

A uniformidade do sistema revelou um CUD de 84,4% e um CUC de 88,3%, enquanto a pressão no final das linhas variou de 160 a 170 kPa. Segundo os critérios estabelecidos por Merriam e Keller (1978), a uniformidade do sistema é considerada boa. Esses autores adotam os seguintes critérios de interpretação do CUD, para sistemas por gotejamento que estejam em operação por alguns anos: maior que 90%, excelente; entre 80 e 90%, bom; de 70% a 80%, regular; e menor que 70%, ruim.

Foi adotado um turno de rega fixo, sendo as irrigações realizadas sempre às segundas, quartas e sextas-feiras. Diariamente foram registrados os dados de evaporação, precipitação pluvial e temperaturas máxima e mínima, numa Estação Climatológica situada próxima ao experimento (Figura 2). Notificou-se ainda, o efeito da umidade relativa do ar, medida em Uberlândia, sobre os índices de evaporação.

Para o cálculo da Lâmina Total Necessária (LTN), considerou-se a Evaporação no tanque (ECA) e o valor do tratamento (Trat), em decimal, descontando o valor da Precipitação Pluvial (P), em mm, acumulada entre duas irrigações consecutivas, conforme a Equação 3.

$$LTN = (ECA \cdot \text{Trat}) - P \quad (\text{eq. 3})$$

A irrigação só não foi realizada quando $P \geq (\text{Trat} \cdot \text{ECA})$.



FIGURA 2 - Estação Climatológica da Fazenda Experimental do Glória (a) e tanque “Classe A”, em detalhe (b).

O tempo de funcionamento da irrigação por posição (Equação 4) foi calculado em função da LTN (em mm), vazão do gotejador e área molhada. A irrigação foi controlada por meio de registros (Figura 3), sendo um para cada parcela.

$$T = \frac{LTN \cdot (Lf \cdot Eg)}{q} \quad (\text{eq. 4})$$

Em que:

- T – Tempo de funcionamento por posição (h);
- Lf – Largura média da faixa molhada (0,80 m);
- Eg – Espaçamento entre gotejadores (0,75 m);
- q – Vazão do gotejador (3,5 L h⁻¹).



FIGURA 3 - Registros instalados em cavaletes e sua identificação para controle das lâminas de irrigação.

3.4 Colheita e beneficiamento

Nos quatro anos de avaliação da produção (2003, 2004, 2005 e 2006), definiu-se como ponto de colheita o momento em que o percentual de frutos verdes estava entre 10 e 15%. Para verificar o percentual de frutos verdes, foram feitas amostragens de 1,0 L de café na bordadura das parcelas de cada tratamento, fazendo então, a contagem dos frutos verde, verde-cana, cereja e seco.

Nas três primeiras safras, a colheita teve início na segunda metade do mês de junho, com término em julho. Entretanto, a última colheita foi mais antecipada, sendo iniciada a partir de 25 de maio e concluída em 08 de junho.

Com o intuito de obter uma melhor uniformidade de maturação dos frutos, foi efetuado o corte da irrigação, em toda a área, 10 dias antes da colheita, retomando a mesma após concluída a colheita e a esparramação dos ciscos.

A colheita foi através de derriza manual no pano, com “varrição” do café de chão apenas em 2004 e 2005, em função da maior queda de frutos secos nesses anos. Os frutos colhidos no pano e no chão foram acondicionados separadamente.

No dia da colheita, foi mensurado o volume (L) de frutos colhidos em cada parcela, do qual foi retirada uma amostra homogênea de 5,0 L, totalizando 32 amostras. As amostras foram acondicionadas em embalagens devidamente identificadas, de malha aberta, que permitem uma boa ventilação e incidência de luz e que minimizam o processo de fermentação da massa de café, possibilitando uma secagem rápida dos frutos.

As amostras foram expostas diariamente ao sol, em terreiro de chão batido, até atingirem a umidade ideal para o beneficiamento (entre 11 e 12%). Durante a noite, foram protegidas do orvalho, sendo também reviradas várias vezes durante o dia, para que a secagem ocorresse de forma homogênea.

Após a secagem, as amostras foram pesadas, sendo retirada de cada uma delas, uma sub-amostra de 500 g de café em coco para o beneficiamento. O benefício foi realizado num descascador elétrico, promovendo-se em seguida uma nova pesagem e medição do teor de umidade. O café foi então, acondicionado em embalagens de papel, para, em seguida, avaliar o tamanho dos grãos e a qualidade da bebida.

Todas as etapas que envolvem as operações de colheita, secagem e beneficiamento do café estão apresentadas no Anexo C (Figuras 1C a 4C).

3.5 Parâmetros avaliados

O desenvolvimento vegetativo do cafeeiro foi avaliado anualmente (de 2002 a 2006), perfazendo um total de cinco avaliações. As características vegetativas avaliadas e metodologias adotadas foram as seguintes:

- Altura de planta (cm), medida com régua, do colo à gema apical das plantas;
- Diâmetro médio de copa (cm), medido na altura média das plantas, no sentido perpendicular às linhas de plantio;
- Diâmetro de caule (mm), medido com paquímetro, a uma altura de 10 cm em relação à superfície do solo;
- Comprimento de ramos plagiotrópicos (cm), fazendo-se a média do primeiro par de ramos (um ramo de cada lado), selecionados nas plantas;
- Número de entrenós no ramo ortotrópico.

Desde a implantação do experimento, foram computadas quatro colheitas, sendo a primeira em julho de 2003. Os parâmetros produtivos avaliados foram a produtividade (sacas ha^{-1}), o rendimento e a renda. O rendimento expressa o volume de “café da roça” necessário para obter uma saca de 60 kg de café beneficiado, geralmente em litros por saca ($L\ saca^{-1}$). Por sua vez, a renda representa a quantidade de café em coco necessária para se obter uma unidade de café beneficiado ($kg\ kg^{-1}$).

Em 2006, foi realizada a classificação dos grãos por peneira (Figura 4), contagem dos defeitos e avaliação da bebida.



FIGURA 4 - Classificação de grãos pelo tamanho, em jogo de peneiras oficiais.

Para a classificação pelo tamanho, foi retirada uma alíquota de 100 g de café beneficiado de cada amostra. Foram determinados os percentuais de grãos chatos, retidos nas peneiras 19, 18 e 17 (grãos grandes), peneiras 16 e 15 (grãos médios), peneiras 14 e 13 (grãos pequenos), e o percentual de grãos mocas, retidos nas peneiras 11, 10, 9 e 8. A dimensão do crivo das peneiras, em polegada, corresponde ao número da peneira dividido por 64.

Os dados coletados foram submetidos aos testes de normalidade, de Shapiro-Wilk, e de homogeneidade das variâncias, de Bartlett. Em seguida, aplicou-se a análise de variância (teste F), em níveis de 1% e 5% de probabilidade, descrita por Banzatto e Kronka (2006), sendo usado o software SISVAR⁴. Os parâmetros significativos foram submetidos à análise de regressão polinomial, estimando-se, então, a lâmina ótima para cada característica avaliada. Complementando as análises individuais, foi realizada a análise conjunta dos dados de produção, com o intuito de verificar possível interação dos fatores lâmina e ano.

A contagem dos grãos defeituosos e sua respectiva equivalência, assim como a verificação do tipo de bebida foi realizada em Araguari (MG), por técnicos do Laboratório de Qualidade do Café, da Cooperativa dos Cafeicultores do Cerrado – COOCACER.

⁴ Software desenvolvido no Departamento de Ciências Exatas da Universidade Federal de Lavras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros climáticos

Os parâmetros climáticos foram observados no período de janeiro de 2001 a maio de 2006. Nota-se, na Figura 5, que em média, nos meses de janeiro e dezembro, foram registradas as maiores precipitações, coincidindo com a fase de enchimento de grãos do cafeeiro. O volume de chuva nesses dois meses corresponde a 44% da precipitação média anual no período avaliado. O mês de julho apresentou a menor quantidade de chuva, apenas 4,2 mm, em média.

Apesar do índice pluviométrico ser considerado satisfatório, em média 1712 mm anuais, existem vários meses em que foi observada baixa precipitação, o que segundo Batistela Sobrinho et al. (1985) e Camargo (1987), poderia ter ocasionado o abortamento de flores ou grãos pequenos, caso não fosse feita a reposição de água.

Mesmo as regiões que o Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (2007) cita como climaticamente aptas ao cultivo, como o município de Uberlândia, estão sujeitas a estiagens prolongadas. Na fase de granação, em 2003 e 2005, ocorreram baixas precipitações no mês fevereiro, de 82,9 e 63,7, respectivamente.

Em abril de 2005, a quantidade de chuva foi de apenas 55 mm. Talvez essa baixa precipitação possa ter causado redução da produtividade em 2006, do tratamento não irrigado, em relação aos demais tratamentos. Segundo Camargo (1987), a falta de chuvas nos estádios de maturação e abotoamento não afeta a produtividade do ano, mas prejudica a safra do ano seguinte. Também é provável que, se não houvesse o suprimento de água pela irrigação, o déficit hídrico no período de abril a outubro resultaria em baixo rendimento, produtividade e renda.

Na Figura 6, a linha azul do gráfico denota que o maior índice de evaporação ocorreu no mês de outubro, em média 245,1 mm, pelo fato dos maiores picos de temperatura (em média 24,7°C) terem sido registrados nesse período (Figura 7).

Apesar de nos meses de março a setembro terem sido registradas temperaturas médias mais baixas que em dezembro, houve, nos primeiros, maiores perdas de água por evaporação do que neste último, provavelmente devido ao efeito integrado da baixa umidade relativa do ar (Figura 8), principalmente em agosto e setembro, fazendo com que a ECA atingisse 234,2 e 230,8 mm, respectivamente.

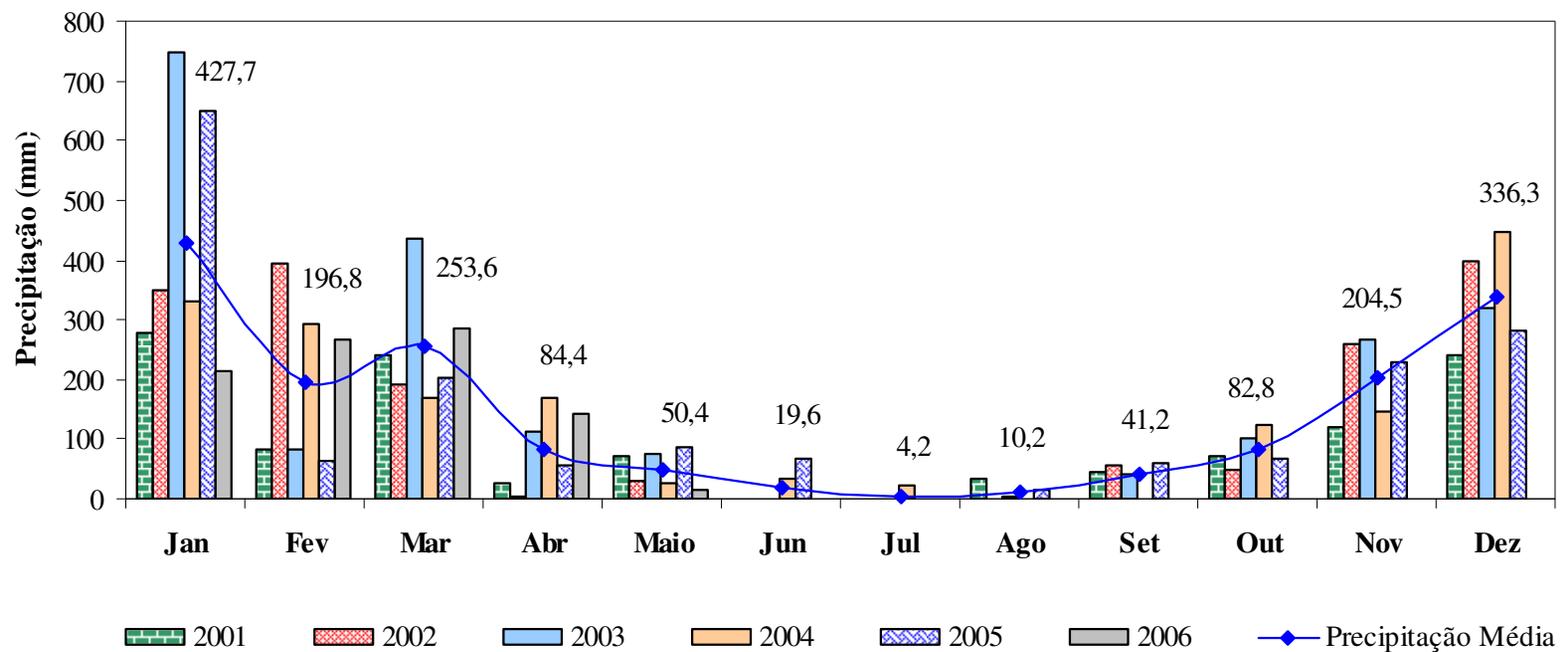


FIGURA 5 - Precipitação pluvial na Fazenda Experimental do Glória, município de Uberlândia, de janeiro 2001 a maio de 2006 (valores acima das colunas referem-se às médias mensais).

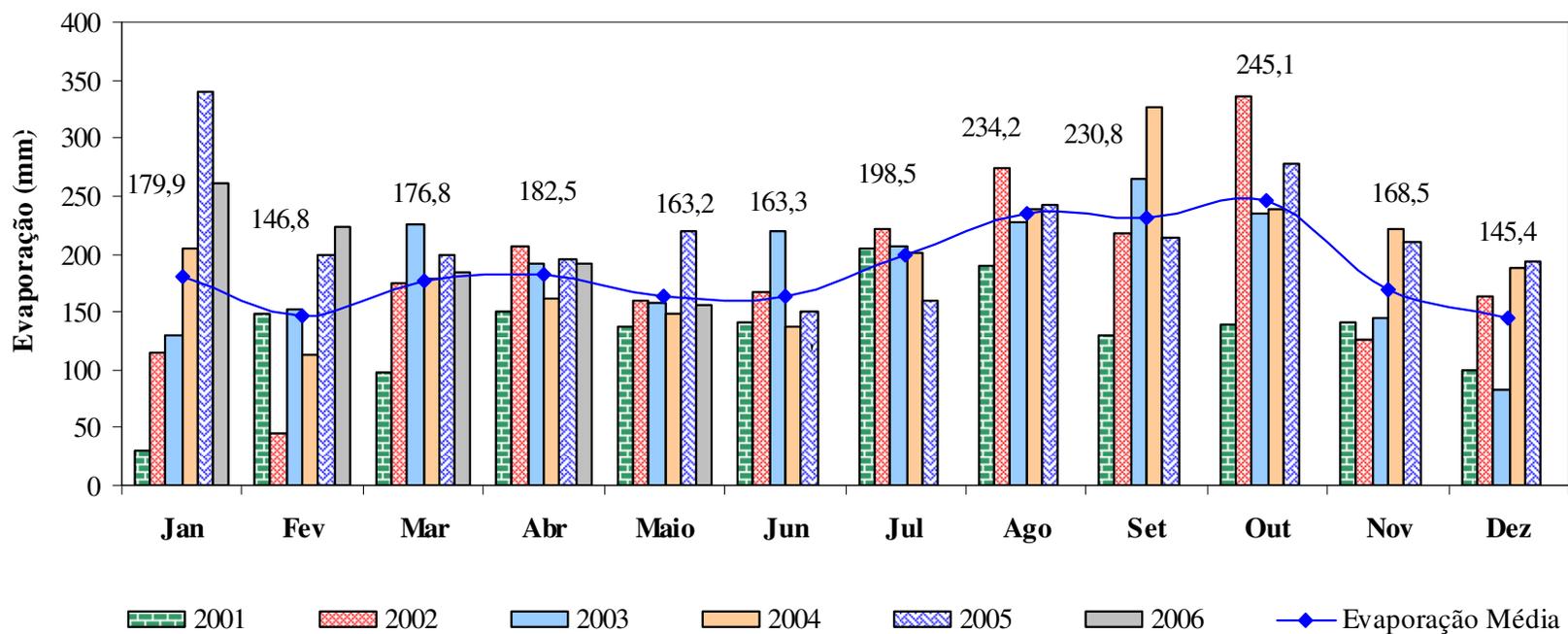


FIGURA 6 - Evaporação de água em tanque “Classe A”, na Fazenda Experimental do Glória, município de Uberlândia, de janeiro 2001 a maio de 2006 (valores acima das colunas referem-se às médias mensais).

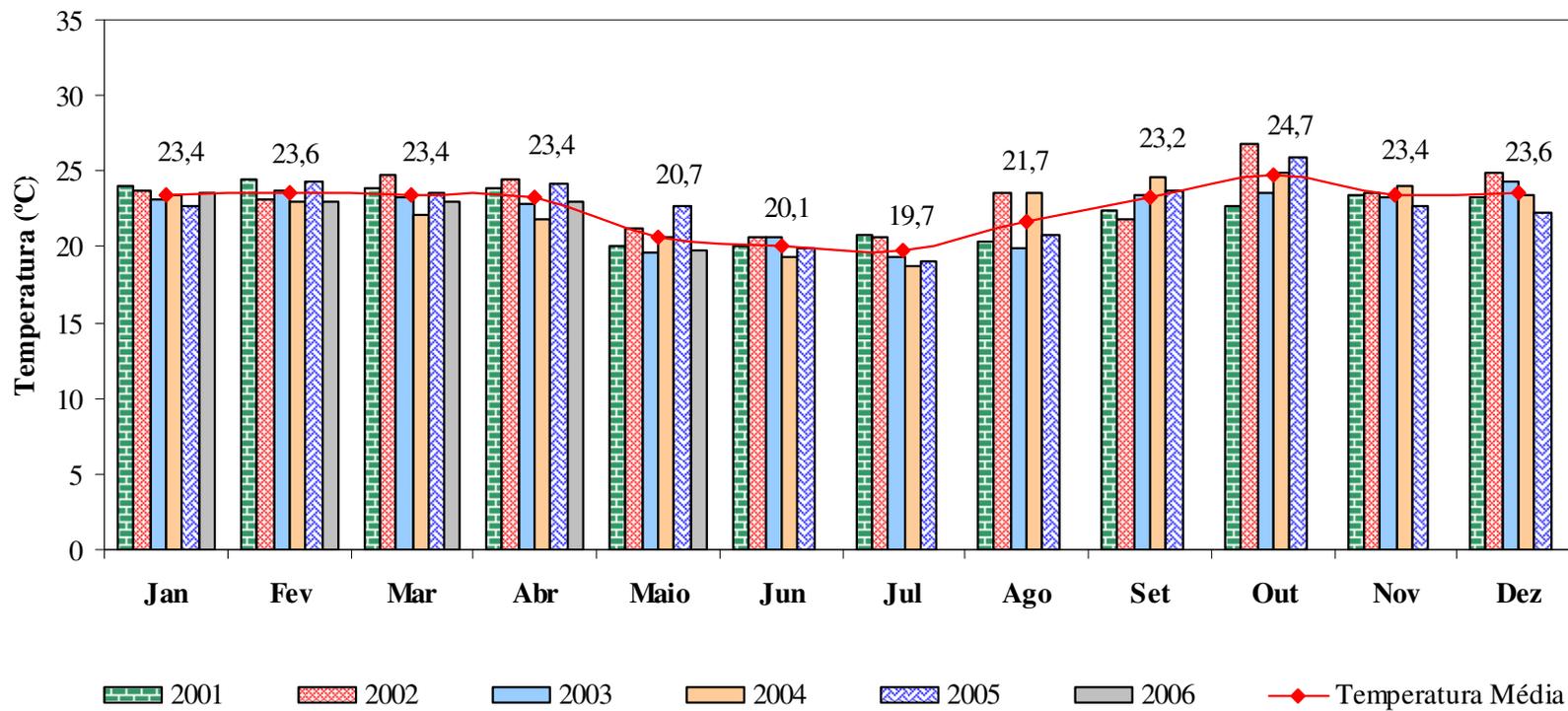


FIGURA 7 - Temperatura média registrada na Estação Climatológica da Fazenda Experimental do Glória, município de Uberlândia, de janeiro 2001 a maio de 2006 (valores acima das colunas referem-se às médias mensais).

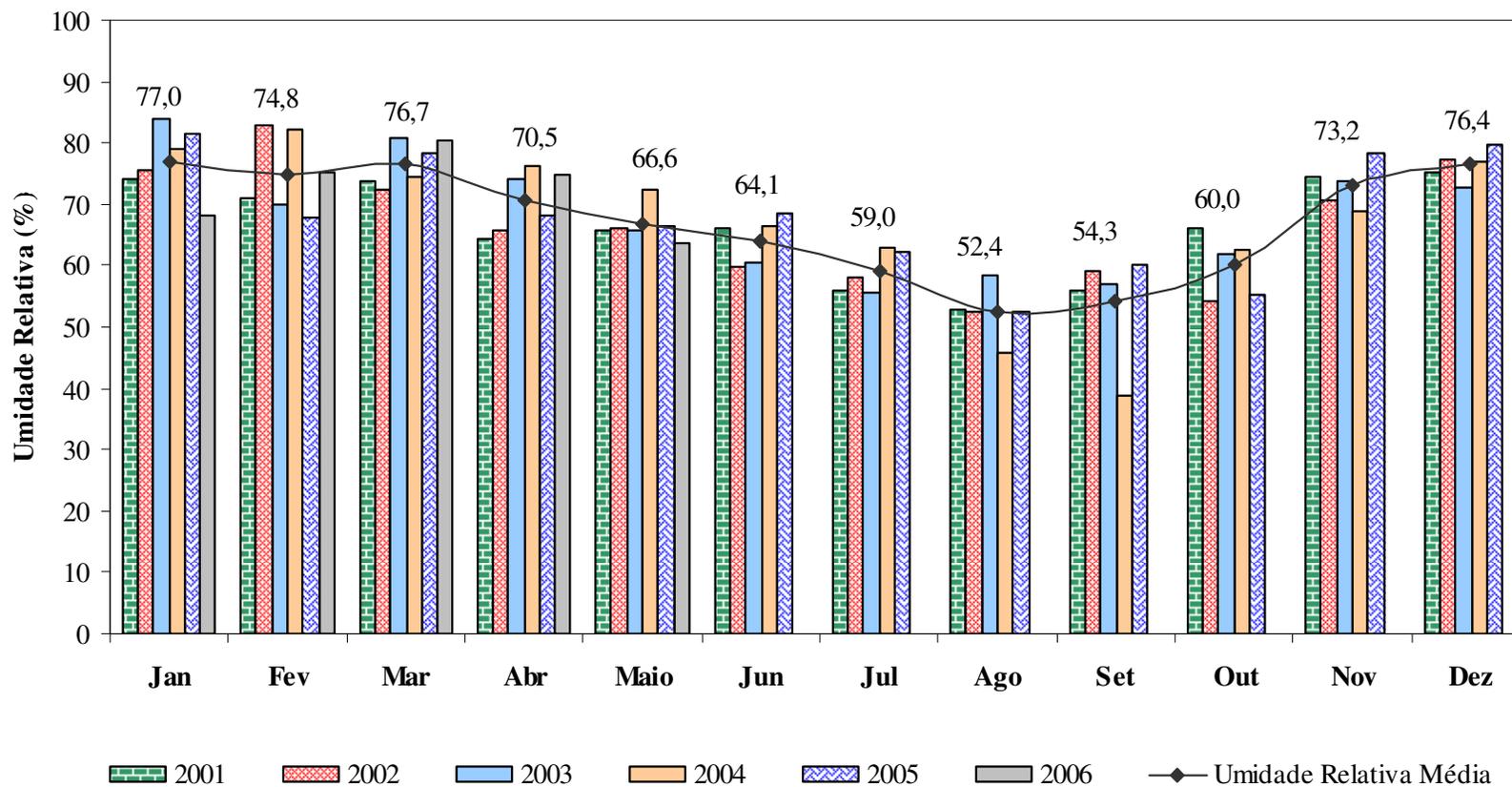


FIGURA 8 - Umidade relativa do ar registrada na Estação Climatológica do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, de janeiro 2001 a maio de 2006 (valores acima das colunas referem-se às médias mensais).

Em virtude da alta precipitação em dezembro e janeiro, foram registradas as maiores médias de umidade relativa nesse período. Relacionando os dados de precipitação com os de evaporação, nota-se que houve um balanço hídrico negativo no intervalo de abril a outubro, onde a evaporação total mensal foi maior que a precipitação, não satisfazendo por completo a demanda hídrica das plantas. A evaporação média anual, considerando todo o período, foi de 2235 mm, o que corresponde a 523 mm a mais em relação à precipitação média anual.

A lâmina de água evaporada através do tanque é uma valiosa metodologia para estimar a necessidade hídrica das culturas. Neste trabalho, a irrigação foi manejada subtraindo-se da evaporação a precipitação ocorrida entre duas regas consecutivas.

A temperatura média anual (T_{ma}) durante a condução do experimento foi de 22,6°C, permanecendo dentro da faixa considerada apta para o cafeeiro arábica, que segundo o Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (2007) deve estar entre 18 e 23,5°C. Considerando todos os anos de avaliação, verifica-se na Figura 7, que o mês de julho foi o mais frio, e o de outubro o mais quente.

A menor temperatura média mensal foi de 18,7°C, registrada em julho de 2004, e a maior foi de 26,7°C, em outubro de 2002. Um aspecto importante é que não houve ocorrência de geadas, nem mesmo de temperaturas muito elevadas por longos períodos, que pudessem prejudicar desenvolvimento do cafeeiro.

4.2 Crescimento vegetativo

De setembro de 2002 a maio de 2006, foram feitas cinco avaliações, realizadas regularmente uma vez por ano. Todas as características vegetativas avaliadas foram influenciadas pela irrigação.

4.2.1 Altura de plantas

No resumo das análises estatísticas (Tabela 1) é mostrado que em todas as avaliações houve efeito significativo das lâminas de irrigação sobre a altura de plantas, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

A análise de regressão indica que as equações quadráticas (Figura 9) descrevem melhor o crescimento das plantas nas quatro primeiras avaliações. No último ano, em virtude do baixo coeficiente de determinação (R^2) do modelo de 2º grau, foi adotado o

modelo exponencial. Nota-se que, à medida que aumenta a lâmina d'água, os cafeeiros crescem até atingirem um valor máximo, a partir do qual o acréscimo de mais água torna-se prejudicial às plantas.

TABELA 1 - Resumo das análises de variância da altura (cm) do cafeeiro. UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Set. 2002	Jul. 2003	Jun. 2004	Mai 2005	Mai 2006 ^{TD}
Lâminas	(7)	492,91**	980,16**	723,12**	489,98**	0,5589**
Reg. linear	1	1974,82**	4192,95**	2592,94**	1188,65**	1,5200**
Reg. quadrática	1	552,79**	1753,15**	899,56**	573,39**	0,3957**
Desvios de regressão	5	184,55	183,00	313,87	333,56	0,3993
Blocos	3	6,21	30,60	43,23	48,29	0,0372
Resíduo	21	33,78	31,65	32,90	39,21	0,0379
Coef. de Variação (%)		6,52	4,21	3,40	3,09	1,29

^{TD} Houve transformação dos dados originais (raiz quadrada), devido às variâncias da altura de plantas entre os tratamentos serem heterogêneas, pelo teste de Bartlett.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

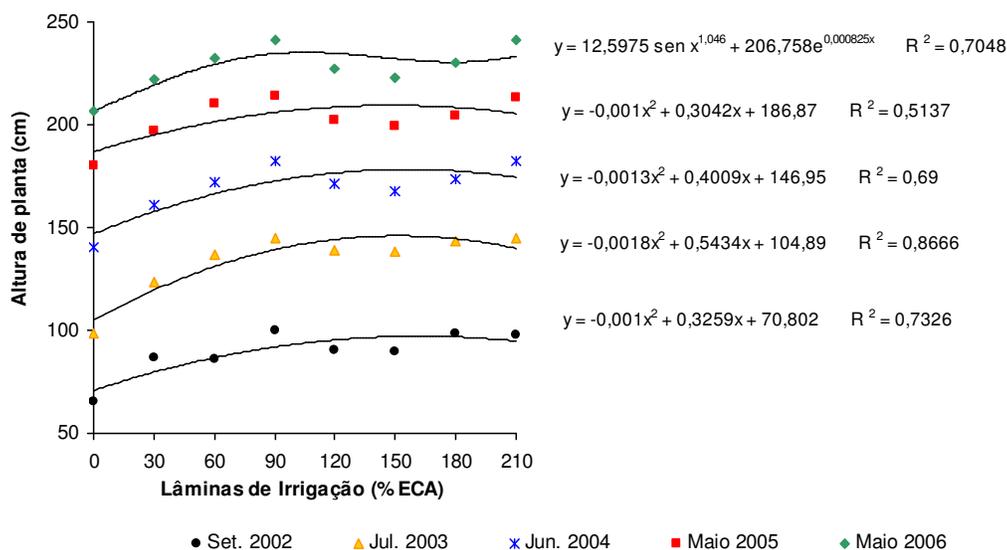


FIGURA 9 - Representação gráfica e equações de regressão da altura de plantas (cm), em função das lâminas de irrigação.

Derivando as equações, verifica-se, no primeiro ano, que a lâmina de 163,0% da ECA propiciou a maior altura do cafeeiro Rubi MG-1192, atingindo 97,4 cm. Este resultado inicial diverge do encontrado por Vilella (2001), em Lavras (MG), onde obteve a maior altura do cafeeiro Acaíá MG-1474 aplicando 100% da ECA. Essa

divergência se deve não só à diferença entre as duas localidades, mas pelo fato deste autor ter experimentado apenas até essa lâmina, e a resposta obtida foi linear crescente.

Nas avaliações seguintes, os melhores níveis de irrigação, para a altura de plantas, foram de 150,9% em julho de 2003, 154,2% em junho de 2004, 152,1% em maio de 2005 e 106,0% da ECA em maio de 2006. Encontrou-se, para cada uma das épocas, respectivamente, as seguintes alturas máximas: 145,9; 177,9; 210,0 e 235,1 cm.

A maior diferença de altura de plantas, observada no campo, entre tratamentos, foi registrada em julho de 2003. Enquanto as plantas não irrigadas apresentavam em média 98,8 cm de altura, no tratamento de 90% da ECA atingiam 144,8 cm, ou seja, um incremento de aproximadamente 46,6%. Trabalhando com a cultivar Catuaí, em Brejão, estado de Pernambuco, Matiello e Dantas (1987) também verificaram aumentos na altura de cafeeiros irrigados, em relação aos não irrigados, de 39%.

A partir de maio de 2005, a diferença de altura entre tratamentos irrigados e não irrigado tornou-se menor, provavelmente devido às plantas de maior idade apresentarem raízes mais profundas, e conseqüentemente, terem melhor acesso à água e nutrientes, o que pode, num futuro próximo, eliminar as diferenças obtidas entre os tratamentos.

4.2.2 Diâmetro de copa

Em todas as épocas de avaliação, o diâmetro médio de copa se diferiu, pelo teste F, ao nível de 1% de significância, em função das lâminas de água aplicadas (Tabela 2). Araújo (1982), Gervásio (1998), Vilella (2001), entre outros, também observaram efeito positivo da irrigação sobre o diâmetro de copa.

TABELA 2 - Resumo das análises de variância do diâmetro de copa (cm) do cafeeiro. UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Set. 2002	Jul. 2003	Jun. 2004	Mai 2005	Mai 2006
Lâminas	(7)	965,00**	638,17**	420,36**	692,41**	759,75**
Reg. linear	1	3764,85**	3031,31**	1212,04**	1675,21**	2387,88**
Reg. quadrática	1	2606,27**	1192,67**	352,92**	889,20**	1287,75**
Desvios de regressão	5	76,77	48,64	275,51	456,50	328,52
Blocos	3	11,46	12,61	10,99	25,59	78,98
Resíduo	21	38,07	47,77	23,32	49,22	32,52
Coef. de Variação (%)		6,10	4,77	2,76	3,56	2,71

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

O modelo de regressão quadrático foi significativo em todos os anos, sendo então escolhido para estimar a lâmina ótima, apesar de ter apresentado, nos três últimos anos, valores de R^2 menores que nas duas avaliações iniciais (Figura 10).

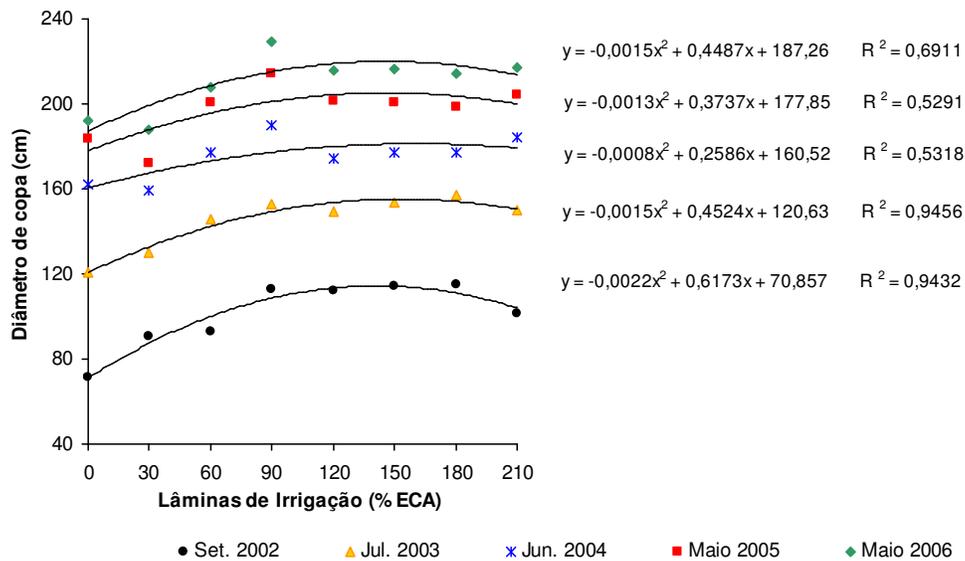


FIGURA 10 - Representação gráfica e equações de regressão do diâmetro médio de copa (cm) do cafeeiro, em função das lâminas de irrigação.

Em setembro de 2002 e julho de 2003, Rotondano (2004) estimou que a aplicação de 140,3% e 150,8% da ECA proporcionava os maiores valores de diâmetro de copa, 114,2 e 154,7 cm, respectivamente. Nos três anos seguintes, os melhores níveis de irrigação foram de 161,6%, 143,7% e 149,6% da ECA, obtendo com esta última lâmina, em maio de 2006, um diâmetro médio de copa de 220,8 cm, ou seja, um valor 22,7% superior ao citado por Mendes e Guimarães (1996) e Rotondano (2004) para a cultivar Rubi MG-1192.

Considerando o maior e o menor diâmetro de copa (114,2 e 70,9 cm), encontrados através da equação para a avaliação de setembro 2002, nota-se que a lâmina ótima aumentou o diâmetro de copa em aproximadamente 61%, em relação às plantas que receberam água só das chuvas. Todavia, em maio de 2006, a diferença entre o maior diâmetro de copa (220,8 cm) e o obtido nas plantas não irrigadas (187,3 cm) foi de apenas 17,9%. Diferentemente destes resultados, Matiello e Dantas (1987) obtiveram, com o cafeeiro Catuaí, aumentos de 41% no diâmetro de copa de cafeeiros irrigados, em relação aos cultivados em sequeiro.

Na Figura 10, verifica-se pelas linhas do gráfico, que os incrementos no diâmetro de copa entre 2005 e 2006 são bem menores que nos anos anteriores, apesar do intervalo de tempo entre as duas avaliações ser maior. Possivelmente, este menor crescimento seja devido à alta produção em 2006, que segundo Moreira (2003) e Santos (2005), é maior nos anos pares, causando o esgotamento das reservas, pelo fato dos frutos serem o dreno principal. Também é muito provável que o diâmetro de copa esteja próximo de atingir o auge de crescimento, o que pode levar a uma necessidade de poda no futuro.

4.2.3 Diâmetro de caule

O resumo das análises de variância (Tabela 3) mostra que houve efeito significativo dos tratamentos, ao nível de 1% de probabilidade, sobre o diâmetro de caule do cafeeiro, medido a 10 cm acima da superfície do solo.

TABELA 3 - Resumo das análises de variância do diâmetro de caule (mm) do cafeeiro. UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Set. 2002	Jul. 2003	Jun. 2004	Mai 2005	Mai 2006
Lâminas	(7)	75,14**	76,01**	74,76**	43,04**	41,68**
Reg. Linear	1	349,30**	327,25**	271,90**	180,98**	149,12**
Reg. quadrática	1	133,05**	154,57**	221,09**	81,94**	80,83**
Desvios de regressão	5	8,73	10,06	6,07	7,67	12,37
Blocos	3	4,27	2,22	4,29	1,57	1,15
Resíduo	21	2,56	5,05	2,89	6,29	2,20
Coef. de Variação (%)		4,94	5,38	3,50	4,59	2,55

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

Os coeficientes de variação da variável diâmetro de caule permaneceram baixos em todos os anos, bem como os encontrados para altura de plantas e diâmetro de copa, indicando precisão na condução do experimento.

De forma similar à altura das plantas e diâmetro de copa, as equações de 2º grau (Figura 11) são as que melhor descrevem o comportamento do diâmetro de caule do cafeeiro, em função dos níveis de água. Os valores de R^2 revelam que de 78,8% a 94,2% da variação no diâmetro de caule é explicada pela variação das lâminas.

Obedecendo a ordem cronológica das cinco avaliações, da primeira até a última, os melhores níveis de reposição de água foram de 151,9%, 158,4%, 146,8%, 145,1% e

140,4% da ECA. Os valores máximos de diâmetro de caule encontrados para cada um desses níveis foram de 36, 46, 53, 57 e 60 mm, respectivamente.

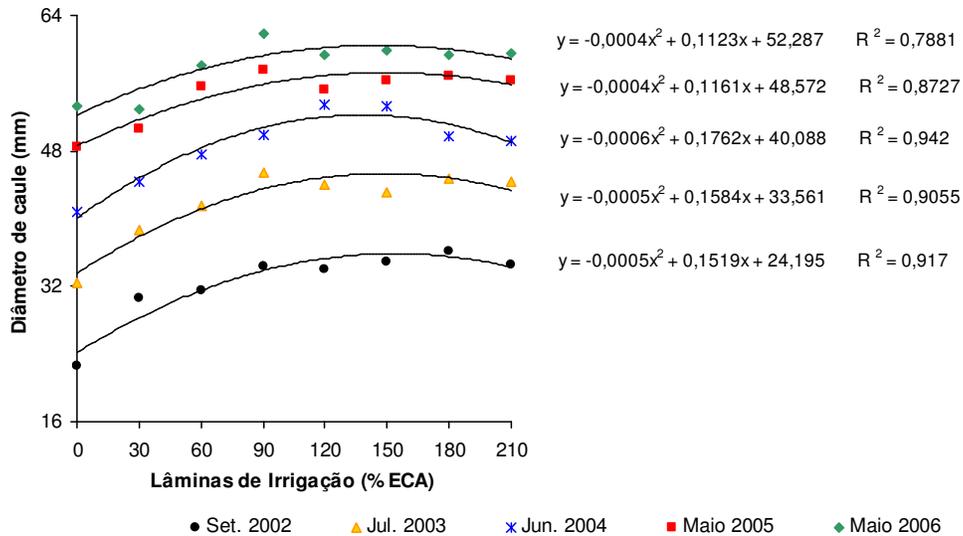


FIGURA 11 - Representação gráfica e equações de regressão do diâmetro de caule (mm) do cafeeiro, em função das lâminas de irrigação.

As curvas de regressão da Figura 11 mostram que a maior diferença, resultante das medições com o paquímetro, ocorreu quando as plantas tinham 30 meses de idade, pois a lâmina de 146,8% da ECA promoveu um aumento de 13 mm na espessura do caule, em relação aos cafeeiros não irrigados. Esses dados vêm confirmar os trabalhos realizados por Araújo (1982), Gervásio (1998) e Alves (1999), que também verificaram menor diâmetro de caule na ausência de irrigação.

Os resultados encontrados no presente experimento não se distanciam muito dos encontrados por Gervásio (1998), apesar do referido autor ter trabalhado em casa de vegetação e avaliado apenas o desenvolvimento inicial do cafeeiro Icatu MG-3282, obtendo os melhores resultados com a lâmina de 140% da ECA.

4.2.4 Comprimento de ramos plagiotrópicos

O comprimento de ramos plagiotrópicos é um importante parâmetro a ser avaliado em experimentos com o cafeeiro, pois é um indicativo da produtividade, uma vez que o crescimento de ramos laterais favorece a emissão de novos ramos secundários e terciários, aumentando a quantidade de gemas e a área produtiva das plantas.

Esta variável foi medida perpendicularmente às linhas de plantio, na “saia” do cafeeiro, sendo influenciada pelos diferentes níveis de água aplicados (Tabela 4). Em todas as medições anuais, o modelo de regressão quadrático foi significativo, ao nível de 1% de probabilidade, se ajustando bem às médias dos tratamentos.

TABELA 4 - Resumo das análises de variância do comprimento de ramos plagiotrópicos (cm) do cafeeiro. UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Set. 2002	Jul. 2003	Jun. 2004	Mai 2005	Mai 2006
Lâminas	(7)	116,94**	263,54**	153,57**	255,76**	236,74**
Reg. linear	1	399,83**	1033,19**	700,46**	1071,31**	967,37**
Reg. quadrática	1	171,93**	757,37**	281,51**	623,93**	424,58**
Desvios de regressão	5	49,36	10,84	18,61	19,02	53,05
Blocos	3	26,79	18,52	41,48	133,77	117,44
Resíduo	21	13,28	12,23	19,49	16,95	22,96
Coef. de Variação (%)		5,65	4,39	4,72	4,03	4,36

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

Rotondano (2004) obteve, neste mesmo experimento, ramos plagiotrópicos de até 67,5 e 86,3 cm, nas medições realizadas em setembro 2002 e julho 2003, mediante o suprimento de 141,2% e 137,7% da ECA, respectivamente, conforme as equações apresentadas na Figura 12.

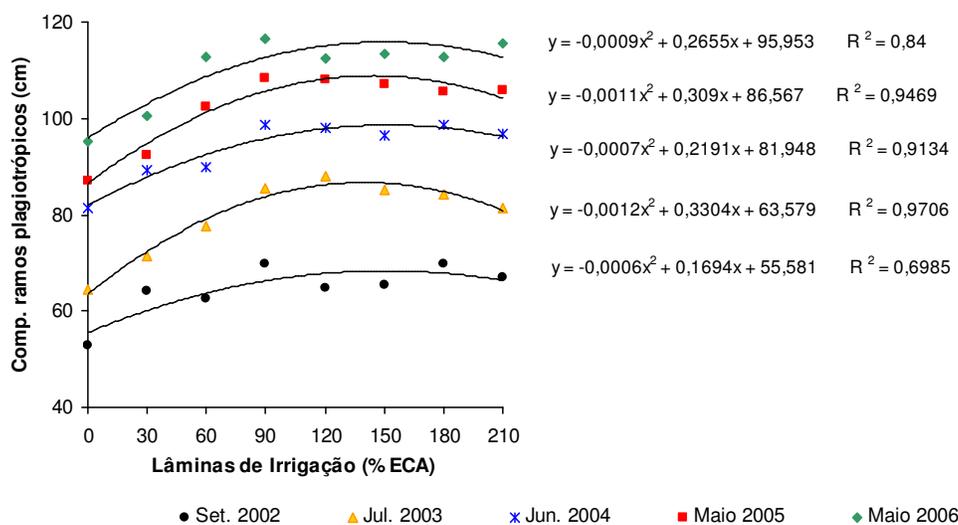


FIGURA 12 - Representação gráfica e equações de regressão do comprimento de ramos plagiotrópicos (cm), em função das lâminas de irrigação.

Em junho de 2004, o comprimento de ramos plagiotrópicos atingiu um valor máximo de 99,1 cm, com a lâmina de 156,5% da ECA. Onze meses depois, a análise de regressão polinomial indicou que a reposição de 140,5% da ECA resultava graficamente em ramos de 108,3 cm. Aos 64 meses de idade, o comprimento máximo do primeiro par de ramos plagiotrópicos foi de 115,5 cm, obtido com a lâmina de 147,5% da ECA.

Os dados obtidos com a cultivar Rubi MG-1192 divergem consideravelmente dos encontrados por Karasawa (2001) com o cafeeiro Topázio MG-1190, ambos irrigados por gotejamento. Esse autor constatou que, em Lavras (MG), a lâmina de 120% da ECA resultou em maior comprimento de ramos plagiotrópicos, observando estabilidade nas respostas entre os tratamentos de 80 e 120% da ECA. Possivelmente, essa incoerência se deve às diferenças climáticas entre as duas localidades.

A maior diferença de comprimento de ramos (23,6 cm), entre tratamentos, foi observada em julho de 2003, momento em que as plantas completavam 30 meses de idade. Essa diferença foi presenciada entre cafeeiros testemunha e os que recebiam 120% da ECA, os quais apresentavam em média, ramos plagiotrópicos de 88,1 cm de comprimento.

4.2.5 Número de entrenós no ramo ortotrópico

O resumo das análises de variância da contagem dos entrenós, no ramo ortotrópico, pode ser visto na Tabela 5. Estatisticamente, houve efeito das lâminas de água sobre esta característica avaliada, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 5 - Resumo das análises de variância do número de entrenós no ramo ortotrópico do cafeeiro. UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Set. 2002	Jul. 2003	Jun. 2004	Mai 2005	Mai 2006
Lâminas	(7)	17,89**	73,21**	75,43**	85,18**	50,42**
Reg. linear	1	43,35**	271,11**	227,37**	262,50**	79,62**
Reg. quadrática	1	27,31**	208,87**	140,64**	235,34**	105,14**
Desvios de regressão	5	10,91	6,50	31,99	19,68	33,64
Blocos	3	1,14	1,83	0,46	0,49	6,85
Resíduo	21	1,33	2,86	1,71	4,11	6,12
Coef. de Variação (%)		6,37	5,58	3,05	4,02	4,24

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

Nota-se, na Figura 13, que o número de entrenós apresenta um comportamento parecido com o da altura de plantas, pelo fato de cada aumento na altura corresponder a um acréscimo na quantidade de entrenós no tronco do cafeeiro.

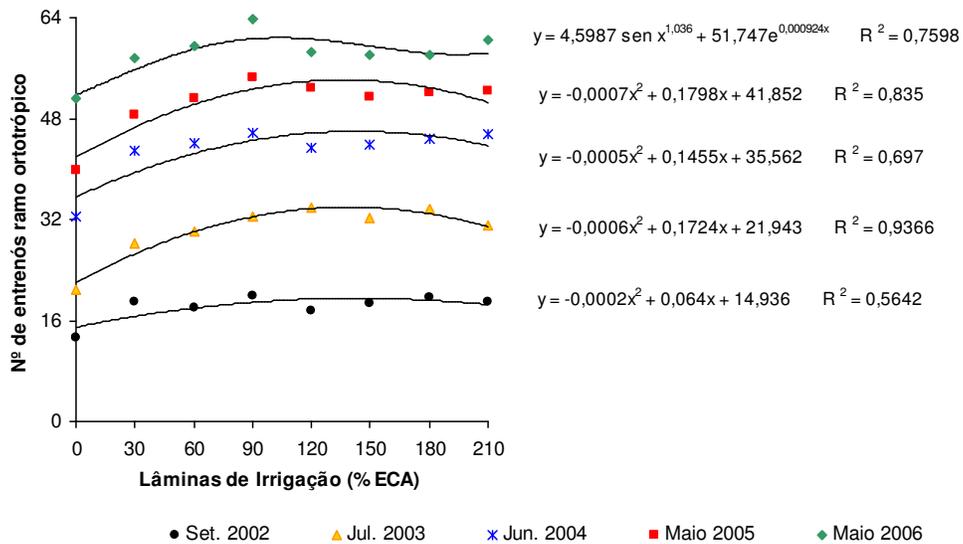


FIGURA 13 - Representação gráfica e equações de regressão do número de entrenós no ramo ortotrópico do cafeeiro, em função das lâminas de irrigação.

Os pontos máximos das curvas de resposta, encontrados para cada uma das épocas de avaliação, a partir da primeira até última, foram de 20, 34, 46, 53 e 61 entrenós no ramo ortotrópico, obtidos, respectivamente, com a reposição de 160,0%, 143,7%, 145,5%, 128,4 e 104,0% da ECA.

Apesar do intervalo de tempo entre as duas primeiras contagens ser menor que entre as demais, observa-se um maior número de entrenós (14) emitidos através da lâmina ótima entre setembro de 2002 e julho de 2003. Com o passar do tempo, a emissão de entrenós tende a decrescer, provavelmente pelo fato da gema apical estar aproximando-se do limite máximo de crescimento das plantas, que segundo Mendes e Guimarães (1996), é de pouco mais de 2,0 metros para a cultivar Rubi MG-1192.

O número de entrenós encontrados com a melhor lâmina de irrigação situa-se próximo à média histórica de 12 entrenós/ramo/ano, citada por Garcia et al. (2000). Porém, quando considerado as plantas que não receberam irrigação, a equação obtida com a avaliação de maio 2006 mostra um valor de 53 entrenós, que divididos por cinco anos de experimento, aproximadamente, resulta em 10,6 entrenós/ramo/ano, valor este um pouco abaixo da média, devido à deficiência de água na fase vegetativa da planta.

Com relação às melhores lâminas, elas se aproximam à encontrada por Gervásio (1998), que obteve, com a variedade Icatu MG-3282, maior número de entrenós, fazendo a reposição de 140% da ECA.

4.3 Produção

A maioria dos trabalhos sobre irrigação no cafeeiro preocupa-se em avaliar apenas a produtividade, esquecendo-se de parâmetros como o rendimento e a renda, importantes no cálculo de custos e receitas. Também não basta a simples comparação entre irrigado e não irrigado, e sim investigar a lâmina de água que satisfaz melhor as necessidades das plantas.

4.3.1 Produtividade

A produtividade é, sem dúvida, a característica de maior impacto para os cafeicultores, quando lhes são apresentados os resultados de algum trabalho científico. Isso faz com que este parâmetro seja o mais pesquisado.

As análises individuais indicam que as lâminas de irrigação influenciaram significativamente a produtividade do cafeeiro Rubi MG-1192, ao nível de 1% de probabilidade, em 2003, 2004 e 2006, e de 5%, em 2005 (Tabela 6).

TABELA 6 - Resumo das análises de variância da produtividade de café (sacas ha⁻¹). UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios			
		2003	2004	2005 ^{TD}	2006
Lâminas	(7)	1726,43**	5159,36**	8,08*	1070,31**
Reg. linear	1	5386,28**	25812,34**	19,23*	4304,19**
Reg. quadrática	1	4170,25**	6674,60**	0,33 ^{NS}	1221,83*
Desvios de regressão	5	505,69	725,72	7,40	393,23
Blocos	3	128,20	8,89	1,50	139,87
Resíduo	21	55,80	116,10	2,54	165,46
Coef. de Variação (%)		14,45	12,48	61,45	12,82

^{TD} Houve transformação (raiz quadrada) dos dados originais, devido às variâncias da produtividade entre tratamentos serem heterogêneas, pelo teste de Bartlett.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F

NS - Não significativo

Em 2005, provavelmente em função da bianualidade, a produção foi muito irregular entre as repetições de cada tratamento. Pelo fato das variâncias de produtividade serem heterogêneas entre os tratamentos, pelo teste de Bartlett, foi feita a transformação dos dados obtidos no campo para proceder a análise de variância. Na Figura 14, são apresentadas as equações de regressão dos dados originais.

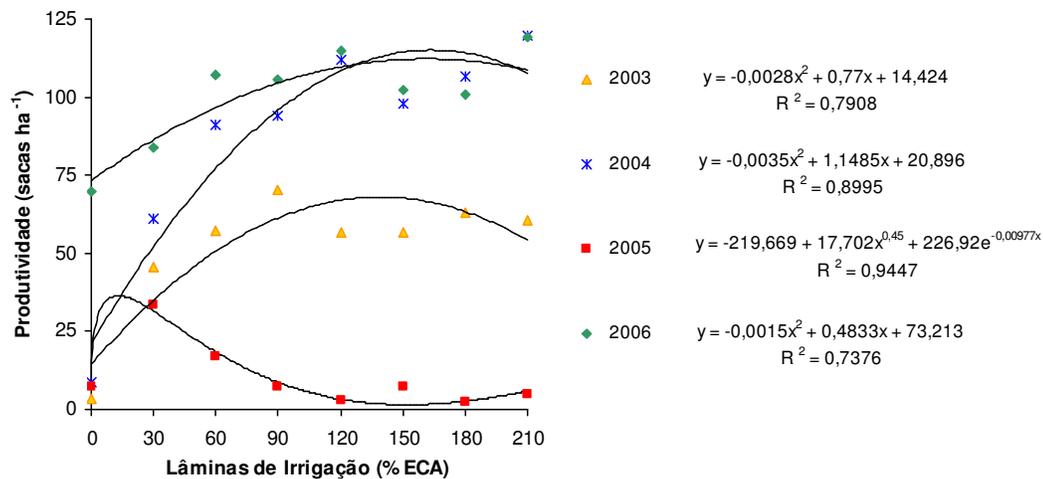


FIGURA 14 - Representação gráfica da produtividade de café (sacas ha⁻¹), em função das lâminas de irrigação.

A maior produtividade registrada na primeira colheita foi de 67,4 sacas ha⁻¹, determinada por uma lâmina de 137,5% da ECA (ROTONDANO, 2004). Na safra seguinte, Benedetti (2004) constatou o mesmo efeito quadrático da irrigação, obtendo 115 sacas ha⁻¹ com a reposição de 164,1% da ECA, ou seja, uma produção aproximadamente 447% maior que a conseguida no tratamento sem irrigação, de apenas 21 sacas ha⁻¹.

Esse substancial aumento na produtividade dos cafeeiros irrigados difere do encontrado por Santinato et al. (1996) e Alves (1999). Conduzindo experimentos em Planaltina de Goiás e Lavras (MG), esses autores obtiveram, com as cultivares Mundo Novo e Acaia MG-1474, respectivamente, aumentos de 48% e 53,9% na produção das plantas irrigadas, em relação às plantas em regime de sequeiro.

Não é tão simples estabelecer comparações de produtividade entre ensaios, uma vez que esta depende da bianualidade, cultivar, densidade de plantio e condições climáticas que variam de ano para ano. Em 2005, ano de safra baixa, a produtividade teve um comportamento completamente distinto de 2004, variando exponencialmente

em função dos níveis de água. A equação indica uma colheita máxima de 36 sacas ha⁻¹, referente ao nível de 13,0% da ECA.

Em 2006, a produção foi elevada, assim como em 2004, atingindo um pico máximo de 112,1 sacas ha⁻¹ com a aplicação de 161,1% da evaporação de água no tanque “Classe A”. Esta melhor lâmina diverge da encontrada por Karasawa (2001), ao demonstrar que a reposição de 120% da ECA elevou a produção do cafeeiro Topázio MG-1190 em quase 15 vezes mais que a testemunha.

A análise conjunta das quatro safras indica que a interação Lâmina x Ano foi significativa ao nível de 1%, pelo teste F (Tabela 7). Como as lâminas já foram analisadas para cada ano, realizou-se apenas o desdobramento de ano dentro de cada lâmina, estabelecendo a comparação das médias (Tabela 8).

TABELA 7 - Resumo da análise de variância conjunta da produtividade de café (sacas ha⁻¹), safras 2003, 2004, 2005 e 2006. UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Causas de Variação:	Lâminas (L)	Anos (A)	L x A	Blocos dentro de Anos	Resíduo
Graus de Liberdade:	7	3	21	12	84
Quadrados Médios:	4683,78**	51674,29**	1235,42**	85,60	112,23
Média Geral:	62,17			Coef. de Variação:	17,04%

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

TABELA 8 - Produtividade de café (sacas ha⁻¹), em função dos anos, para cada nível de irrigação. UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Lâminas (%ECA)	Anos				Média
	2003	2004	2005	2006	
0	3,23 b	8,93 b	7,36 b	69,61 a	22,28
30	45,58 bc	60,86 b	33,45 c	83,58 a	55,87
60	57,27 b	91,12 a	17,08 c	107,21 a	68,17
90	70,15 b	93,81 a	7,44 c	105,84 a	69,31
120	56,51 b	112,13 a	2,88 c	114,98 a	71,62
150	56,73 b	97,78 a	7,23 c	102,05 a	65,95
180	63,20 b	106,53 a	2,28 c	100,55 a	68,14
210	60,77 b	119,58 a	4,64 c	119,13 a	76,03
Média	51,68	86,34	10,29	100,37	62,17
DMS	19,60				

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.

DMS: Diferença Mínima Significativa

Nos tratamentos de 0% e 30% da ECA, a quarta colheita superou as três anteriores, mediante o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Nos demais tratamentos, a produtividade de 2006 continuou elevada, porém não se diferiu da safra 2004. Esse comportamento é um indício de que o uso de irrigação não diminui a bianualidade do cafeeiro, já que em 2005 foram registradas menores produções. Esses resultados contradizem ao que foi exposto por Carvajal (1984), ao afirmar que a irrigação pode atenuar sensivelmente o ciclo bienal do cafeeiro.

4.3.2 Rendimento

É possível estimar a produtividade da lavoura antes mesmo da secagem e beneficiamento do café, através do rendimento. Tão melhor será este parâmetro, quanto menor for o volume de “café da roça” necessário para compor uma saca beneficiada. Um bom rendimento significa diminuir custos com a colheita, área do terreiro ou secador, pelo fato da mão-de-obra, usada na colheita, ser paga em função do volume de café colhido, sendo também necessária uma área menor para a secagem do café.

O resumo das análises de variância (Tabela 9) mostra que apenas em 2005, ano de baixa produção, não houve diferença de rendimento, em função das lâminas de irrigação. Todavia, houve significância ao nível de 5%, em 2003, e de 1%, em 2004 e 2006.

TABELA 9 - Resumo das análises de variância do rendimento de café (L saca⁻¹). UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios			
		2003	2004	2005	2006
Lâminas	(7)	3861,40*	82423,62**	38222,28 ^{NS}	12681,85**
Reg. linear	1	14466,67**	276816,49**	124084,47 ^{NS}	76109,41**
Reg. quadrática	1	8122,80*	172291,30**	7583,75 ^{NS}	4040,40 ^{NS}
Desvios de regressão	5	888,07	25571,51	27177,54	1724,63
Blocos	3	812,25	21504,54	30250,95	341,06
Resíduo	21	1416,21	19104,32	34996,77	1564,08
Coef. de Variação (%)		8,86	34,43	29,07	8,98

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F

NS - Não significativo

Os dados obtidos neste experimento contradizem com os de Martins et al. (2002), pois esses autores não encontraram diferença significativa no rendimento das duas primeiras safras do cafeeiro Rubi, cultivado em Lavras.

Nas duas primeiras colheitas, o rendimento apresentou um comportamento quadrático, tendo as curvas de resposta concavidade voltada para cima (Figura 15). Isso demonstra que os melhores rendimentos correspondem ao ponto mínimo das curvas.

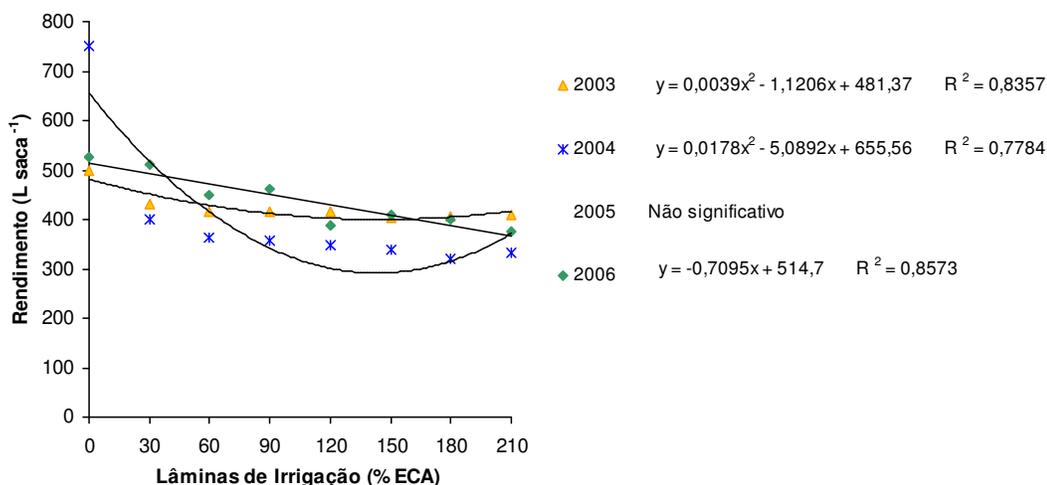


FIGURA 15 - Representação gráfica do rendimento de café (L saca⁻¹), em função das lâminas de irrigação.

A equação quadrática mostra que, em 2003, a lâmina de melhor desempenho foi a de 143,7% da ECA, com um rendimento de 400,9 L saca⁻¹. Nessa ocasião, houve uma redução de cerca de 17% no volume de “café da roça” necessário para compor uma saca beneficiada, em relação às parcelas não irrigadas.

Um ano depois, Benedetti (2004) verificou que, sem o uso da irrigação, eram necessários 655,5 L saca⁻¹. Contudo, a equação de 2004 indica que, com a aplicação de 143,0% da ECA, seriam gastos por saca apenas 291,8 L de “café da roça”.

Em 2006, o uso de irrigação teve um efeito linear decrescente sobre o rendimento. O tratamento de 0% da ECA apresentou novamente o pior rendimento, sendo necessários 514,7 L saca⁻¹. Para cada 1% da ECA reposta ao solo pelo gotejamento, a equação linear indicou uma melhoria no rendimento de 0,71 L saca⁻¹, obtendo no tratamento de 210% da ECA um rendimento de 365,7 L saca⁻¹.

Estes resultados estão próximos dos encontrados por Vilella (2001) e Karasawa (2001). Trabalhando com as cultivares Acaíá MG-1474 e Topázio MG-1190,

respectivamente, esses autores também obtiveram resposta positiva da irrigação sobre o rendimento. O primeiro obteve um rendimento de 428,9 L saca⁻¹, fazendo a reposição de 100% da ECA, enquanto o segundo autor conseguiu, com 120% da ECA, um rendimento de 408 L saca⁻¹.

A Tabela 10 mostra que o rendimento médio de café do experimento foi de 477,42 L saca⁻¹. Mostra também, que o efeito das lâminas sobre o rendimento depende do ano, e vice-versa, indicando uma interação significativa ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 10 - Resumo da análise de variância conjunta do rendimento (L saca⁻¹) de café, safras 2003, 2004, 2005 e 2006. UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Causas de Variação:	Lâminas (L)	Anos (A)	L x A	Blocos dentro de Anos	Resíduo
Graus de Liberdade:	7	3	21	12	84
Quadrados Médios:	44096,05**	400553,46**	31031,03**	13227,20	14270,35
Média Geral:	477,42			Coef. de Variação:	25,02%

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

Fazendo o desdobramento de anos para cada lâmina em estudo (Tabela 11), na testemunha, nota-se melhores rendimentos em 2003 e 2006, não se diferenciando de 2005.

TABELA 11 - Rendimento de café (L saca⁻¹), em função dos anos, para cada nível de irrigação. UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Lâminas (%ECA)	Anos				Média
	2003	2004	2005	2006	
0	498,81 a	751,67 b	633,99 ab	525,50 a	602,49
30	429,79 a	400,93 a	450,64 a	510,86 a	448,05
60	416,59 ab	361,70 a	599,10 b	450,50 ab	456,97
90	416,88 a	357,31 a	703,52 b	461,18 a	484,72
120	414,53 a	346,20 a	667,46 b	386,68 a	453,72
150	403,47 ab	339,64 a	607,62 b	408,64 ab	439,84
180	405,75 a	321,23 a	708,41 b	401,41 a	459,20
210	410,59 a	332,53 a	777,49 b	376,85 a	474,36
Média	424,55	401,40	643,53	440,20	477,42
DMS	215,37				

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.

DMS: Diferença Mínima Significativa

A aplicação de 30% da ECA não promoveu diferença no rendimento entre as quatro colheitas. Nos outros seis tratamentos irrigados, não houve diferença de rendimento entre os anos 2003, 2004 e 2006. No entanto, o ano 2005 apresentou péssimos rendimentos com a reposição de lâminas igual ou superior a 60% da ECA. É possível que isto tenha ocorrido devido à alta produtividade nesses tratamentos em 2004, ocasionando redução das reservas de fotoassimilados, que, por consequência possa ter limitado o desenvolvimento dos grãos em 2005, interferindo negativamente no rendimento.

4.3.3 Renda

Na Tabela 12, é demonstrado que houve efeito significativo das lâminas de irrigação sobre a renda, ao nível de 5% de probabilidade, em 2003, e de 1%, em 2004, não havendo diferença em 2005 e 2006. Observa-se também, que as equações que melhor se ajustaram às médias foram a linear, em 2003, e a quadrática, em 2004.

TABELA 12 - Resumo das análises de variância da renda de café (kg kg⁻¹). UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios			
		2003	2004	2005	2006
Lâminas	(7)	0,0810*	0,2667**	0,0536 ^{NS}	0,0044 ^{NS}
Reg. linear	1	0,4270**	1,2170**	0,1346 ^{NS}	0,0066 ^{NS}
Reg. quadrática	1	0,00001 ^{NS}	0,4562**	0,0008 ^{NS}	0,0057 ^{NS}
Desvios de regressão	5	0,0280	0,0387	0,0479	0,0037
Blocos	3	0,0503	0,0227	0,0289	0,0030
Resíduo	21	0,0267	0,0079	0,0387	0,0018
Coef. de Variação (%)		8,43	4,55	9,45	2,40

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F

NS - Não significativo

Na primeira safra do cafeeiro Rubi MG-1192, os níveis de irrigação propiciaram uma resposta linear decrescente da renda (Figura 16). Essa diminuição da relação $\text{kg}_{\text{coco}} \text{kg}_{\text{benef.}}^{-1}$, em função das lâminas de água aplicadas, é de grande importância, pois significa redução de custos com o beneficiamento do café. Já, na segunda colheita, Benedetti (2004) verificou que a renda foi descrita por uma equação de 2º grau, em função dos níveis de irrigação.

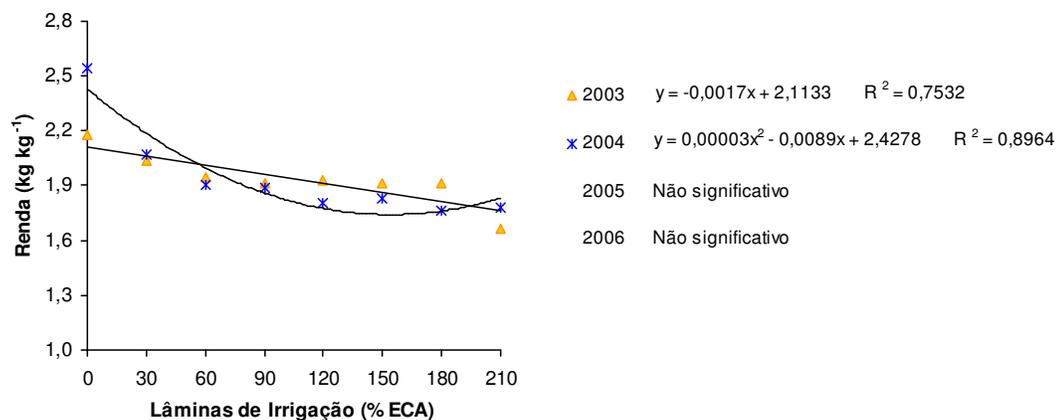


FIGURA 16 - Representação gráfica da renda de café (kg kg^{-1}), em função das lâminas de irrigação.

Analisando as equações da Figura 16, os piores resultados ocorreram na ausência de irrigação, sendo necessários, em 2003 e 2004, respectivamente, 2,113 e 2,428 kg de café em coco para obter 1,0 kg beneficiado. De forma similar, Santinato et al. (2002) verificaram, ao longo de seis safras, melhor renda com o uso de irrigação, obtendo um incremento médio de 7%.

Na primeira safra, houve uma satisfatória redução na renda de $0,0017 \text{ kg kg}^{-1}$ para cada 1% de água aplicada ao solo. Em 2004, o acréscimo de água promoveu uma diminuição na renda até um ponto mínimo ($1,77 \text{ kg kg}^{-1}$), considerado ótimo, obtido com a lâmina de 148,3% da ECA. A partir desse ponto, seriam necessárias maiores quantidades de café em coco para obter 1,0 kg beneficiado.

As melhores lâminas obtidas para este parâmetro contradizem com a encontrada por Teodoro et al. (2005a), que trabalhando com a cultivar Rubi MG-1192, também em Uberlândia, verificaram que, independente de irrigar com repouso (corte da irrigação em julho e agosto) ou o ano todo, a lâmina de 110% da ECA propiciou a melhor renda, de $1,78 \text{ kg kg}^{-1}$.

O resumo da análise conjunta da renda indica que houve interação significativa de Lâmina x Ano sobre a renda do cafeeiro, ao nível de 0,01 de significância, pelo teste F (Tabela 13). Verifica-se ainda, que a renda média de café das quatro colheitas foi de 1,931 kg de café em coco por quilograma beneficiado.

TABELA 13 - Resumo da análise de variância conjunta da renda de café (kg kg⁻¹), safras 2003, 2004, 2005 e 2006. UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Causas de Variação:	Lâminas (L)	Anos (A)	L x A	Blocos dentro de Anos	Resíduo
Graus de Liberdade:	7	3	21	12	84
Quadrados Médios:	0,1350**	0,5704**	0,0902**	0,0262	0,0187
Média Geral:	1,931			Coef. de Variação:	7,09%

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

Conforme a Tabela 14, nos tratamentos testemunha e de 30% da ECA, as melhores rendas foram obtidas em 2006, não se diferenciando de 2005. Todavia, as rendas dos cafeeiros que receberam 60% da ECA foram estatisticamente semelhantes entre as quatro safras.

TABELA 14 - Renda de café (kg kg⁻¹), em função dos anos, para cada nível de irrigação. UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Lâminas (%ECA)	Anos				Média
	2003	2004	2005	2006	
0	2,175 b	2,540 c	2,037 ab	1,816 a	2,142
30	2,035 b	2,069 b	1,934 ab	1,767 a	1,951
60	1,942 a	1,902 a	1,951 a	1,720 a	1,879
90	1,915 ab	1,889 ab	2,134 b	1,772 a	1,928
120	1,932 a	1,807 a	2,219 b	1,716 a	1,919
150	1,915 ab	1,832 a	2,135 b	1,760 a	1,910
180	1,915 a	1,764 a	2,008 a	1,768 a	1,864
210	1,665 a	1,778 a	2,233 b	1,731 a	1,852
Média	1,937	1,948	2,081	1,756	1,931
DMS	0,258				

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.

DMS: Diferença Mínima Significativa

Nos demais tratamentos (90% da ECA e maiores), não houve diferença da renda entre as produções de 2003, 2004 e 2006, ficando o ano 2005 com as piores rendas, exceto no tratamento de 180% da ECA. Em média, na safra 2005 foram necessários 2,081 kg de café em coco para produzir 1,0 kg beneficiado.

4.4 Qualidade de grãos de café

Além de aumentar a produtividade, a irrigação pode proporcionar a obtenção de um produto diferenciado, sendo, portanto, mais valorizado pelo mercado. Neste trabalho, foram avaliados dois importantes parâmetros, ambos relacionados ao tipo de bebida, que foram a separação em peneiras e a contagem dos grãos imperfeitos.

4.4.1 Classificação em peneiras

A classificação dos grãos, em função do tamanho, propicia uma torrefação mais uniforme, conferindo à bebida sabor e aroma característicos.

Na Tabela 15, observa-se que a irrigação influenciou apenas a quantidade de grãos grandes e médios, não exercendo qualquer efeito sobre o percentual de grãos pequenos e mocas, na quarta safra do cafeeiro Rubi MG-1192. Por sua vez, Teodoro et al. (2005b) também verificaram efeito significativo da irrigação sobre a quantidade de grãos médios, na segunda safra desta cultivar, porém a quantidade de grãos grandes não diferiu entre os níveis de água.

TABELA 15 - Resumo das análises de variância do percentual de grãos grandes (peneiras 19-18-17), médios (peneiras 16-15), pequenos (peneiras 14-13) e mocas (peneiras 11-10-9 e 8) de café, safra 2006. UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Grãos grandes	Grãos médios	Grãos pequenos	Grãos mocas
Lâminas	(7)	65,595**	52,446**	5,792 ^{NS}	1,825 ^{NS}
Reg. linear	1	161,661**	65,625*	4,117 ^{NS}	6,680 ^{NS}
Reg. quadrática	1	228,200**	192,857**	0,482 ^{NS}	0,275 ^{NS}
Desvios de regressão	5	13,861	21,728	7,189	1,163
Blocos	3	19,367	3,792	13,242	0,382
Resíduo	21	7,180	9,759	12,070	1,923
Coef. de Variação (%)		12,94	5,69	16,17	48,55

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F

NS - Não significativo

O modelo de regressão quadrático é o que melhor descreve o tamanho de grãos, em função dos níveis de reposição de água (Figura 17).

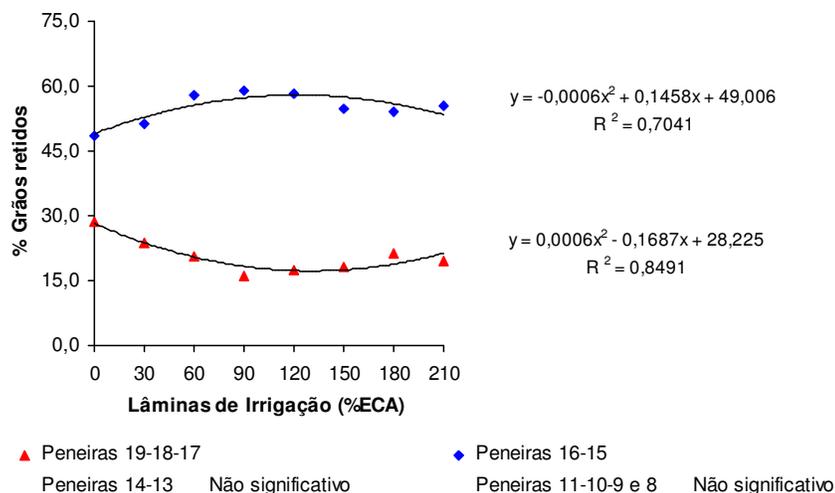


FIGURA 17 - Representação gráfica do percentual (base em peso) de grãos de café retidos nas peneiras de classificação, em função das lâminas de irrigação, safra 2006.

O uso da irrigação diminuiu o percentual de grãos grandes de 28,2% (sem irrigação) para um valor mínimo de 16,4%, referente à lâmina de 140,6% da ECA. Estes dados contradizem com os de Vilella (2001), que obteve, com o suprimento de água pela irrigação, maior quantidade de grãos grandes, em relação às plantas não irrigadas.

No tratamento testemunha, os grãos médios representaram 49,0%. Aumentando progressivamente a lâmina d'água, até 121,5 da ECA, a quantidade de grãos médios atingiu um máximo de 57,9%. Esses números diferem ligeiramente dos encontrados por Rotondano (2004), que conseguiu, na primeira produção desta cultivar (ano 2003), um máximo de 35,5% de grãos médios, com a lâmina de 128,7%. Isto se deve provavelmente à bianualidade do cafeeiro. Em ano de safra baixa (primeira colheita), o percentual de grãos grandes foi elevado e o de grãos médios relativamente baixo. Por conseguinte, em ano de alta produção, ocorreu o contrário.

4.4.2 Número de defeitos e tipo de bebida

A Tabela 16 revela uma menor quantidade de defeitos dos grãos colhidos nas parcelas sem irrigação. É possível que a maturação dos frutos das plantas não irrigadas tenha sido mais homogênea do que nos cafeeiros que receberam suprimento de água, resultando em menos grãos verdes e, portanto, menos defeitos. Também é provável que a temperatura de secagem das amostras colhidas primeiro, aliada ao maior percentual de

grãos grandes no tratamento de 0% da ECA tenham sido mais adequados ao beneficiamento das amostras sem irrigação, resultando em menor quantidade de grãos quebrados, marinheiros e cascas, e conseqüentemente, menor equivalência em defeitos, em relação ao café irrigado.

TABELA 16 - Equivalência de defeitos e qualidade da bebida de café, em função de lâminas de irrigação no cafeeiro Rubi MG-1192, safra 2006. UFU, Uberlândia – MG, 2007.

Lâmina de Irrigação (% ECA)	Defeitos em 300 g	Qualidade de bebida “prova de xícara”
0%	93	Dura
30%	153	Dura
60%	126	Dura
90%	195	Dura
120%	183	Dura
150%	174	Dura
180%	264	Dura
210%	294	Dura

Nas parcelas não irrigadas, revelou-se na safra 2006 uma menor quantidade de grãos defeituosos, em relação às parcelas irrigadas. Contabilizou-se 93 defeitos numa amostra de 300 g, equivalendo o café ao tipo 6 – 5. Isto significa que a amostra é apenas 5 pontos pior que o tipo 6, segundo tabela oficial de classificação.

Os tratamentos que receberam água através da irrigação apresentaram quantidades de defeitos relativamente maiores que a testemunha, variando desde 126 a 294 defeitos em 300 g, correspondendo aos tipos 6 ou 7.

Apesar dos tratamentos irrigados terem apresentado café com maior no número de defeitos, estes não foram suficientes para alterar o sabor e aroma da bebida, pelo método da “prova de xícara”, como mostra a Tabela 16. O fato da colheita ter sido iniciada quando os frutos secos começaram a cair, e o percentual de frutos verdes estava em aproximadamente 12%, provavelmente podem ter contribuído para que a bebida se classificasse como “dura”, ou seja, bebida de sabor adstringente e áspero.

Uma das dificuldades para se obter bebida de qualidade, principalmente em plantios irrigados, segundo Carvalho e Chalfoun (1985), é a falta de sincronia da florada, fazendo com que no momento da colheita existam frutos em diferentes estádios.

A colheita só deve ser iniciada quando a quantidade de frutos cereja é máxima e

a de frutos verdes é mínima. Para evitar prejuízos na qualidade, Bartholo e Guimarães (1997) afirmam que a colheita deve ser realizada com no máximo 5% de frutos verdes. Porém, deve-se evitar ao máximo a queda dos frutos secos no solo.

A característica “dura” da bebida não foi conseqüência das lâminas de irrigação, e sim do estágio de maturação dos grãos no momento da colheita. Segundo Carvalho (1997), a adição de 2% de grãos verde-pretos em um lote de café classificado como “bebida mole” torna a bebida “apenas mole”. Se a adição for de 10%, a bebida “mole” passa a ser “dura”.

Além disso, a queda de frutos no solo e o conseqüente contato com a umidade, principalmente em plantios irrigados, facilitam a fermentação dos grãos. Em Lavras (MG), Silva et al. (2005) verificaram que o uso de irrigação no cafeeiro Acaiá MG-1474 fez a bebida passar de “mole” para “dura”, em relação ao cultivo em regime de sequeiro.

O presente trabalho identificou lâminas de irrigação que melhor satisfazem o crescimento vegetativo e a produção do cafeeiro. Também, demonstrou que o manejo da irrigação, através da evaporação no tanque “Classe A”, é uma alternativa para a cultura do cafeeiro. É fundamental a continuidade deste por um período mais longo, tendo em vista a necessidade de estudos sob o ponto de vista econômico.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi realizado, concluiu-se que:

1. Em todas as avaliações, a irrigação influenciou o desenvolvimento vegetativo e a produtividade do cafeeiro Rubi MG-1192;
2. Em média, os maiores valores de altura de plantas, diâmetro de copa e de caule, comprimento de ramos plagiotrópicos e número de entrenós foram obtidos com lâminas de irrigação variando de 136,3% a 149,2% da ECA;
3. O efeito das lâminas sobre a produtividade, rendimento e renda depende do ano, e vice-versa;
4. A irrigação não amenizou a bianualidade do cafeeiro, já que maiores produtividades foram obtidas em 2004 e 2006, enquanto em 2005 a produção foi relativamente baixa;
5. A maior produtividade foi de 115 sacas ha^{-1} , obtida em 2004, com a reposição de 164,1% da ECA, enquanto as plantas não irrigadas produziram 21 sacas ha^{-1} .
6. A irrigação diminuiu o percentual de grãos grandes, aumentou os grãos médios e o número de defeitos do café, mas estes não foram suficientes para alterar a qualidade da bebida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. T. da E. **Atributos químicos de espécies de café.** 2005. 87 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

ALVES, M. E. B. **Respostas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) a diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação.** 1999. 94 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

ARAÚJO, J. A. C. de. **Análise do comportamento de uma população de café Icatu (H-4782-7) sob condições de irrigação por gotejamento e quebra-vento artificial.** 1982. 87 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola.** 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.

BARROS, U. V.; SANTINATO, R.; MATIELLO, J. B. Irrigação do cafeeiro nas condições edafoclimáticas da Zona da Mata – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIEIRA, 25., 1999, Franca, SP. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAARA/PROCAFÉ, 1999. p. 264-265.

BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita e preparo do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 33-42, 1997.

BATISTELA SOBRINHO, I.; MIGUEL, A. E.; MATIELLO, J. B. Efeito da irrigação suplementar na estação seca no desenvolvimento e produção de café arábica na região de Alta Floresta, MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 12, 1985, Caxambú, MG. **Resumos...** Caxambú: IBC, 1985. p. 191-193.

BENEDETTI, T. C. **Desenvolvimento vegetativo e produção do cafeeiro submetido a diferentes lâminas de irrigação.** 2004. 33 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 6. ed. Viçosa: UFV, 1995. p. 531-589.

BLORE, T. W. D. Further studies of water use by irrigated and unirrigated Arabica coffee in Kenya. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 67, p. 145-154, Aug. 1966.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 8, de 11 de junho de 2003:** regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. Brasília: MAPA, 2003. 12 p.

CAMARGO, A. P de. Aptidão climática para qualidade da bebida nas principais regiões cafeeiras de arábica no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 18., Araxá, 1992. **Trabalhos...** Araxá: IBC, 1992. p. 70-74.

- CAMARGO, A. P. de. Balanço hídrico, florescimento e necessidade de água para o cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 53-90.
- CAMARGO, A. P. de. Efeitos na produção de café, épocas de rega e de supressão da água, por meio de cobertura transparente (barçaça). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 11., 1984, Londrina. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 1984. p. 62-64.
- CAMARGO, A. P. de. O clima e cafeicultura no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.126, p. 13-26, jun. 1985.
- CAMARGO, A. P. de; PEREIRA, A. R. **Agrometeorology of the coffee crop**. Geneva: World Meteorological Organization, 1994. 91 p.
- CARDOSO, A. P. S. **Café: cultura e tecnologia primária**. Lisboa: Silvas, 1994. 169 p.
- CARVAJAL, J. F. **Cafeto: cultivo y fertilización**. 2. ed. Berna, Suíza: Instituto Internacional de la Potasa, 1984. 254 p.
- CARVALHO, V. D.; CHAGAS, S. J. R.; CHALFOUN, S. M.; BOTREL, N.; JUSTE JÚNIOR, E. S. G. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e a qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 449-454, mar. 1994.
- CARVALHO, V. D.; CHAGAS, S. J. R.; CHALFOUN, S. M. Fatores que afetam a qualidade do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.187, p.5-20. 1997.
- CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p. 79-92, jun. 1985.
- CENTRO DE INTELIGÊNCIA DO CAFÉ. **Aspectos botânicos**: botânica do cafeeiro. Disponível em: <<http://www.cicbr.org.br/cafe-aspectos.php>>. Acesso em: 05 abr. 2007.
- CHAGAS, S. J. de R.; COSTA, L. **Análise da qualidade da bebida do café pelo método químico e pela “prova de xícara”**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1996. 2 p. (EPAMIG. Circular técnica 68).
- CLOWES, M. S. J. Drip irrigation on coffee. **Zimbabwe Agricultural Journal**, Harare, v. 81, n. 6, p. 215-219, 1984.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Cafés do Brasil**: safra 2006/2007, terceiro levantamento. Brasília: MAPA, ago. 2006.
- CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ. **Zoneamento climático da cultura do café (*Coffea arabica* L.) no estado de Minas Gerais**. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/cafe/MG_menu.html>. Acesso em: 15 jun. 2007.

COOPERATIVA REGIONAL DE CAFEICULTORES DE GUAXUPÉ. **Produção de café cereja descascado: recomendações gerais.** Guaxupé: Cooxupé, 2000. 12 p. (Boletim técnico).

DaMATTA, F. M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 16, p. 1-6, Jan./Apr. 2004.

DOOREMBOS, J.; PRUIT, W. O. **Crop water requirements.** Roma: FAO, 1984. 144 p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).

DRUMOND, L. C. D.; FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, R.; OLIVEIRA, C. B.; SOUZA, G. F. Estudo comparativo técnico-econômico do café irrigado por aspersão por pivô central e em malha e irrigação localizada por gotejamento e tripa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., 2002, Araguari, MG. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002. p. 52-57.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 87-113.

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

GARCIA, A. W. R.; JAPIASSÚ, L. B.; FROTA, G. B. Efeitos das estiagens de 1999 e 2000 na produção cafeeira da região sul e oeste de Minas Gerais. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 26., 2000, Marília. **Anais...** Marília: MA/PROCAFÉ/COOCAMAR, 2000. p. 292-293.

GERVÁSIO, E. S. **Efeito de diferentes lâminas de água no desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) na fase inicial de formação da lavoura.** 1998. 58 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

GOMIDE, R. L.; Monitoramento para manejo da irrigação: instrumentação, automação e métodos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Simpósios...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 133-238.

GRISI, F. A. **Relações hídricas, bioquímicas e anatômicas de mudas de café (*Coffea arabica* L.) ‘Catuai’ e ‘Siriema’ submetidas a déficit hídrico.** 2006. 59 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ V. V. H.; PREZOTTI, L. C.; VIANA, A. S.; MIGUEL, A. E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J. B.; LOPES, A. S.;

NOGUEIRA, F. D.; MONTEIRO, A. V. C. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.) **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 289-302.

GUTIÉRREZ, M. V.; MEINZER, F. C. Estimating water use and irrigation requirements of coffee in Hawaii. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 119, n. 3, p. 652-657, May 1994.

HAARER, A. E. **Modern coffee production**. London: Leonard Hill, 1962. 495 p.

INTERSCIENCE. **Projeto:** tendências de consumo - IV, preparado exclusivamente para cafés do Brasil e InterScience. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/pesquisas/pesq_tendencias_consumo_nov06.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2007.

JORDÃO, C.; OLIVEIRA JÚNIOR. O. R.; MENDONÇA, P. L. de. **Irrigação do cafeeiro:** recomendações gerais. Monte Carmelo, MG: COOXUPÉ, 1996. 32 p.

KARASAWA, S. **Crescimento e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Topázio MG-1190) sob diferentes manejos de irrigação localizada**. 2001. 72 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

LEITE, C. A. M.; SILVA, O. M. da. Demanda de cafés especiais. In: ZAMBOLIM, L. **Café:** produtividade, qualidade e sustentabilidade. Viçosa: UFV, 2000. p. 51-75.

LEITE JÚNIOR, J. B. **Fertirrigação por gotejamento e seu efeito na cultura do café (*Coffea arabica* L.) em formação**. 2003. 108 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

LEITE, R. A. **Mucilagem residual e qualidade da bebida do café cereja descascado**. 2002. 107 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

MAIA, R. M. B. **Disponibilidade de água no solo para a cultura do café no Planalto de Conquista - BA:** análise dos componentes do balanço hídrico. 2004. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2004.

MANTOVANI, E. C. A irrigação do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. **Café:** produtividade, qualidade e sustentabilidade. Viçosa: UFV, 2000. p. 263-298.

MARTINS, C. de P.; GOMES, N. M.; VILELA, L. A. A. Avaliação da produtividade, rendimento, maturação e tamanho dos grãos das duas primeiras safras de café irrigado por pivô central, sob diferentes regimes de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 28, 2002, Caxambú, MG. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p. 153-155.

MATIELLO, J. B.; ABREU, R. G.; ANDRADE, I. P. R. **A cultura do café no Brasil**. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1974. 262p.

MATIELLO, J. B.; DANTAS, S. F. A. Desenvolvimento do cafeeiro e do sistema radicular com e sem irrigação, em Brejão (PE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14., 1987, Campinas. **Resumos...** Campinas: MAPA/PROCAFÉ, 1987. p. 165.

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

MATIELLO, J. B. **O café do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. 320 p.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade (genética e melhoramento do cafeeiro)**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 99 p.

MERRIAN, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation systems evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978. 271 p.

MIGUEL, A. E.; FRANCO, C. M.; MATIELLO, J. B.; ARAÚJO NETO, K. Influência do déficit hídrico em diferentes épocas após a floração, no desenvolvimento de frutos de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4., 1976, Caxambú, MG. **Resumos**. Caxambú: IBC, 1976. p. 184-187.

MIGUEL, A. E.; REIS, G. N. dos; MATIELLO, J. B. Influência do déficit hídrico em diferentes períodos após a floração, no rendimento e na qualidade do café In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 19., 1993. Três Pontas, MG. **Anais...** Rio de Janeiro: MAARA/PROCAFÉ, 1993. p. 9-11.

MOREIRA, C. F. **Caracterização de sistemas de café orgânico sombreado e a pleno sol no sul de Minas Gerais**. 2003. 78 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

NETAFIM. **Cultivos: café**. Disponível em: <<http://www.netafim.com.br/1123/>>. Acesso em: 09 jun. 2006.

OLITTA, A. F. L. **Os métodos de irrigação**. São Paulo: Nobel, 1978. 267 p.

OLIVEIRA, L. A. M. **Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigado em diferentes épocas do ano**. 2003. 54 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 425 p.

RENA, A. B.; GUIMARÃES, P. T. G. **Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 80 p.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. **Ecofisiologia do cafeeiro**. Piracicaba: Potafos, 1987. 249 p.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 13-85.

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

SANTINATO, R. Avanços da tecnologia de irrigação na cultura do café. In: ENCONTRO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO DA CAFEICULTURA NO CERRADO, 6., 2000, Araguari. **Palestras...** Uberlândia: UFU, 2001. p. 79-92.

SANTINATO, R.; CAMARGO, A. P.; VERRAED, I. J.; YAMAMUSHI, C. A.; HORIO, C. Y. Irrigação de cafezal com o sistema tripacs (tripa plástica e válvula CS) em região hídrica marginal para café arábica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Resumos...** Maringá: IBC, 1989. p. 198-204.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; 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. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS. 28., 2002, Caxambú, MG. **Trabalhos apresentados...** Caxambú: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p. 110-111.

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

SANTOS, M. L. **Espaçamentos para cafeeiro (*Coffea arabica* L.) com e sem irrigação em região de cerrado**. 2005. 44 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

SATURNINO, H. M. (Ed.). Balanço do CBP&D: em 10 anos de investimento em pesquisa, café brasileiro dobra produtividade e melhora a qualidade. **Revista ITEM – Irrigação & Tecnologia Moderna**: revista trimestral da ABID, Brasília, n. 73, p. 10, jan./mar. 2007.

SILVA, A. L. da. **Estudo técnico e econômico do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2002. 67 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SILVA, A. L. da; FARIA, M. A. de; SILVA, M. de L. O. e; COSTA, H. de S. C.; GARCIA, P. R.; GUIMARÃES, P. T. G.; SILVA, E. L. da; Produtividade das três primeiras safras do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., 2002, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002. p. 29-32.

SILVA, M. de L. O. e; FARIA, M. A. de; MATTIOLI, W.; ANDRADE, G. P. C. Qualidade do café produzido pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em seis safras, submetido a diferentes lâminas de irrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 7., 2005, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2005. p. 30-33.

SOARES, A. R.; MANTOVANI, E. C.; RENA, A. B.; COELHO, M. B.; SOARES, A. A. Avaliação do efeito da aplicação de diferentes lâminas de irrigação na produtividade do cafeeiro para a região do cerrado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 7., 2005: Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2005. p. 50-53.

SOUZA, G. F. e. **Viabilidade técnico-econômica de diferentes sistemas de irrigação utilizados na cafeicultura do cerrado.** 2004. 77 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

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. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

TEIXEIRA, S. M.; MILHOMEN, A. V.; RIBEIRO, G. C.; BÉRGOLO, E.; MOLIM, M.; VEGRO, C. L.; GARCIA, R. D. C.; FRANZIN, M. A. P.; ASSUNÇÃO, R.; FELIPE, M. P.; MILHOMEN, S. V. Custo da produção na cafeicultura brasileira. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA/Café. 2001. 1 CD-ROM.

TEODORO, R. E. F.; MELO, B. de; CARVALHO, H. de P.; FERNADES, D. L.; RUFINO, M. de A.; MORAES, D. F. de. Influência de diferentes lâminas de irrigação na qualidade dos grãos do cafeeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 7., 2005, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2005b. p. 15-17.

TEODORO, R. E. F.; MELO, B. de; CARVALHO, H. de P.; FERREIRA NETO, J. G.; SANCHES, A. A.; RUFINO, M. de A. Influência dos manejos de irrigação com e sem repouso, na produção do cafeeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 7., 2005, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2005a. p. 105-109.

THOMAZIELLO, R. A. OLIVEIRA, E. G. de; TOLEDO FILHO, J. A. de; COSTA, T. E. da. **Cultura do café.** Campinas: CATI, 1999. 77 p. (Boletim técnico, 193).

VILELA, L. A. A.; MARTINS, C. de P.; GOMES, N. M. Estudo de diferentes lâminas de irrigação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) desde a fase inicial de formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 27., Uberaba. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2001. p. 403-405.

VILELLA, W. M. da C. **Diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação no crescimento, produtividade e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea***

arabica L.). 2001. 96 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Produção integrada de café**. Viçosa: DFP/UFV, 2003. 710 p.

ANEXOS

ANEXO A

FIGURA 1A - Aptidão de cultivo de *Coffea arabica* L. em Minas Gerais, conforme zoneamento climático (Fonte: Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, 2007)..... 65

FIGURA 2A - Representação esquemática de bulbo úmido utilizando irrigação por gotejamento em solos de textura argilosa (a) e arenosa (b)..... 65

ANEXO B

TABELA 1B - Laudo de análise química de amostras de solo coletadas na projeção da copa do cafeeiro Rubi MG-1192, em agosto 2005. 66

ANEXO C

FIGURA 1C - Amostragem (a), separação e verificação do percentual de frutos verdes (b) e cafeeiro com frutos no estádio em que se iniciou a colheita (c). 67

FIGURA 2C - Derrça manual no pano (a), medição do volume colhido por parcela (b) e amostragem de 5,0 L de café da roça (c). 67

FIGURA 3C - Secagem das amostras ao sol (a), pesagem de 500 g de café em coco (b) para o beneficiamento (c). 68

FIGURA 4C - Pesagem do café beneficiado (a), medição do teor de umidade (b) e acondicionamento em embalagens de papel (c)..... 68

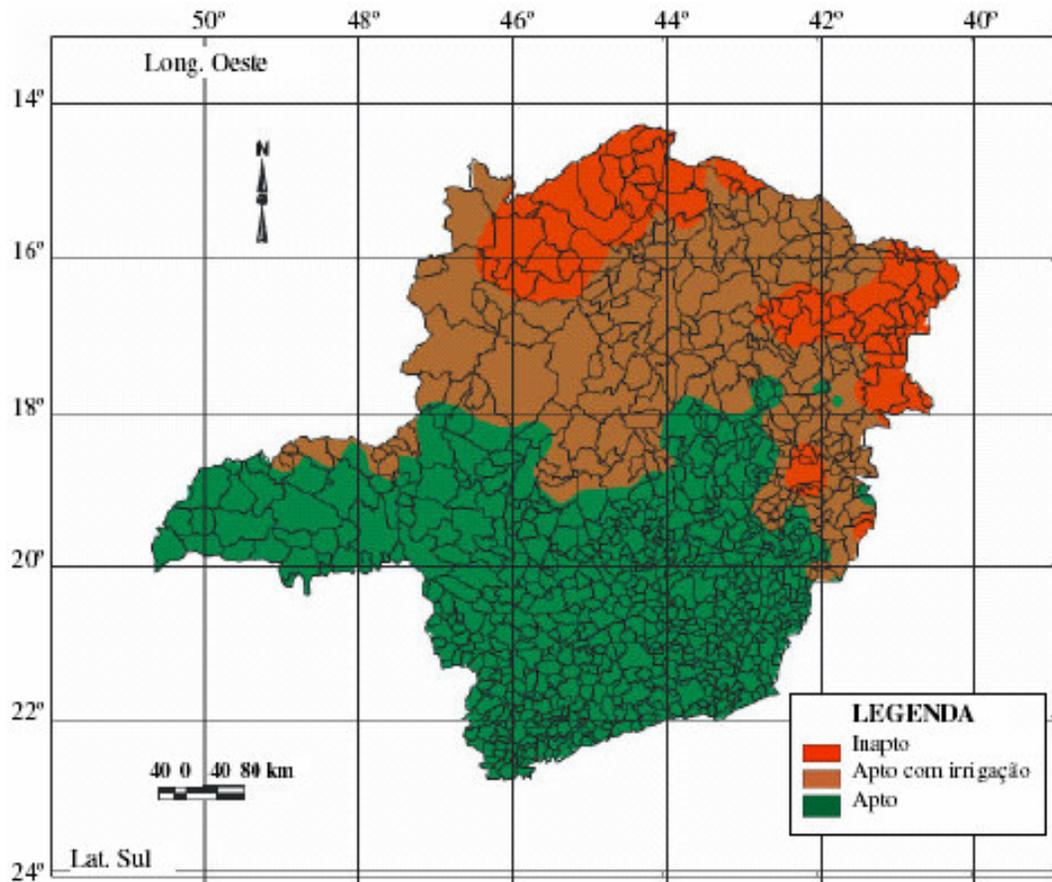


FIGURA 1A - Aptidão de cultivo de *Coffea arabica* L. em Minas Gerais, conforme zoneamento climático (Fonte: Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, 2007).

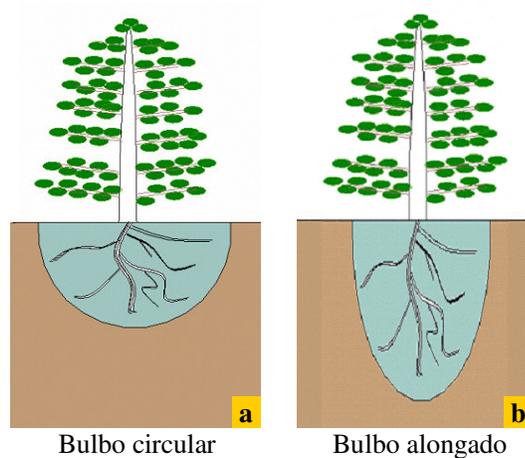


FIGURA 2A - Representação esquemática de bulbo úmido utilizando irrigação por gotejamento em solos de textura argilosa (a) e arenosa (b).

TABELA 1B - Laudo de análise química* de amostras de solo coletadas na projeção da copa do cafeeiro Rubi MG-1192, em agosto 2005.

Profundidade (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	P mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	Ca ----- cmol _c dm ⁻³ -----	Mg ----- cmol _c dm ⁻³ -----	Al ----- cmol _c dm ⁻³ -----	H+Al ----- cmol _c dm ⁻³ -----	V --- % ---	m
0 - 20	5,3	6,7	93,0	0,8	0,4	0,2	4,3	25	12
20 - 40	4,8	1,4	67,0	0,2	0,2	0,4	4,3	10	45

Observações: P, K = (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N);
Al, Ca, Mg = (KCl 1 N)

* Análise realizada no LABAS – Laboratório de Análises de Solos, do Instituto de Ciências Agrárias da UFU.



FIGURA 1C - Amostragem (a), separação e verificação do percentual de frutos verdes (b) e cafeeiro com frutos no estágio em que se iniciou a colheita (c).

67



FIGURA 2C - Derrifa manual no pano (a), medição do volume colhido por parcela (b) e amostragem de 5,0 L de café da roça (c).



FIGURA 3C - Secagem das amostras ao sol (a), pesagem de 500 g de café em coco (b) para o beneficiamento (c).

89



FIGURA 4C - Pesagem do café beneficiado (a), medição do teor de umidade (b) e acondicionamento em embalagens de papel (c).