

**RECUPERAÇÃO DO CAFEIRO (*Coffea arabica*
L.) APÓS RECEPA, SOB DIFERENTES
MANEJOS DE IRRIGAÇÃO NA REGIÃO SUL
MINEIRA**

KELTE RESENDE ARANTES

2004

KELTE RESENDE ARANTES

**RECUPERAÇÃO DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.)
APÓS RECEPA, SOB DIFERENTES MANEJOS DE
IRRIGAÇÃO NA REGIÃO SUL MINEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, para obtenção do título de "Mestre"

Orientador

Prof. Dr. Manoel Alves de Faria

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

2004

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA

Arantes, Kelte Resende

Recuperação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) após recepa, sob diferentes
manejos de irrigação na região Sul Mineira / Kelte Resende Arantes. --
Lavras : UFLA, 2004.

62 p. : il.

Orientador: Manoel Alves de Faria.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Café. 2. Irrigação por gotejamento. 3. Poda. 4. Adubação. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.7387

KELTE RESENDE ARANTES

**RECUPERAÇÃO DO CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.)
APÓS RECEPA, SOB DIFERENTES MANEJOS DE
IRRIGAÇÃO NA REGIÃO SUL MINEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, para obtenção do título de "Mestre"

APROVADA em 6 de Fevereiro de 2004

Prof. Dr. Rubens José Guimarães

DAG - UFLA

Dra. Fátima Conceição Rezende

DEG - UFLA


Prof. Dr. Manoel Alves de Faria

DEG - UFLA

(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Aos meus pais,

Pelo apoio incondicional e compreensão;

OFEREÇO

A minha esposa, Sayonara, companheira e incentivadora dos meus ideais;

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade,

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa;

Ao Professor Dr. Manoel Alves de Faria, pela orientação, paciência, e conhecimentos transmitidos;

À Dra. Fátima Conceição Rezende, pela amizade e apoio;

Ao Professor Dr. Rubens José Guimarães, pelos conhecimentos transmitidos;

Ao discente do curso de Agronomia Sérgio dos Reis Oliveira, pela colaboração na realização do experimento;

Aos funcionários do setor de hidráulica do Departamento de Engenharia da UFLA;

Ao amigo e colega Engenheiro Agrícola Tadeu Miranda de Queiroz, pela colaboração na realização do experimento e conhecimentos compartilhados;

Aos colegas do curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, pelas sugestões e conhecimentos compartilhados;

Aos Professores e Funcionários do Departamento de Engenharia da UFLA, pelos conhecimentos transmitidos e auxílio na execução dos trabalhos envolvidos;

Aos funcionários do setor de cafeicultura do Departamento de Agricultura da UFLA, pelo apoio;

A todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente neste trabalho

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 A cultura do cafeeiro	3
2.2 Recepa ou poda drástica	5
2.3 Necessidades hídricas do cafeeiro	6
2.4 Irrigação por gotejamento	8
2.5 Manejo da irrigação.....	10
2.6 Fertirrigação e parcelamento da adubação	11
2.7 Crescimento vegetativo e influência da irrigação	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Caracterização da área experimental	15
3.2 Delineamento experimental utilizado.....	17
3.3 Sistema de irrigação utilizado	19
3.4 Manejo da irrigação.....	23
3.5 Manejo da adubação.....	26
3.6 Condução da lavoura	27
3.7 Características avaliadas.....	27
3.8 Análise estatística dos dados	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Experimento 1 – Lâminas de irrigação e parcelamento da adubação.....	32
4.1.1 Ganho total das diferentes características avaliadas.....	32
4.1.2 Ganho mensal médio nos diferentes períodos avaliados	36
4.1.3 Produção.....	46
4.2 Experimento 2: Épocas de irrigação.....	48

4.2.1 Ganho total	48
4.2.2 Produção.....	49
4.3 Considerações finais.....	51
5 CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS.....	58

RESUMO

ARANTES, Kelte Resende. **Recuperação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) após recepa, sob diferentes manejos de irrigação na região sul mineira.** 2004. 62 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG *

Visando a redução do período de recuperação das lavouras após a recepa, a irrigação é proposta como uma técnica capaz de aumentar o crescimento dos cafeeiros. Neste contexto, objetivou-se avaliar a influência de diferentes lâminas e épocas de irrigação, bem como do parcelamento da adubação, sobre o crescimento do cafeeiro após recepa. Para tanto foram realizados dois experimentos: o primeiro comparou a influência de 4 diferentes lâminas de irrigação (0%, 40%, 80% e 120% da Evaporação do Tanque Classe A - Precipitação) e de 3 parcelamentos da adubação (4, 8 e 12 vezes) sobre o crescimento e produção do cafeeiro, o segundo comparou a influência da irrigação em 5 diferentes épocas do ano (abril a junho, abril a julho, setembro a novembro, maio a junho e agosto a outubro) sobre o crescimento e produção do cafeeiro, sendo a lâmina aplicada neste caso equivalente a 100% da Evaporação do Tanque Classe A - Precipitação. A lavoura avaliada situa-se na região Sul de Minas Gerais e é da espécie *Coffea arabica* cv. Topázio MG-1190, tendo sido recepada aos 65 meses após o plantio e implantada com um espaçamento de 1,8 x 0,7 m em uma área total de 0,14 ha de Latossolo vermelho distroférrico com textura muito argilosa. As avaliações foram iniciadas 8 meses após a recepa. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas para o experimento 1 e em blocos casualizados para o experimento 2, ambos com quatro repetições. As características avaliadas foram: altura da planta, diâmetro do ramo ortotrópico, número de internódios, diâmetro da copa e produção. Os parcelamentos da adubação, bem como as épocas de irrigação não proporcionaram incrementos no crescimento e na produção do cafeeiro. A Lâmina de 120% da Evaporação do Tanque Classe A - Precipitação proporcionou maior crescimento e produção do cafeeiro quando comparada às demais.

* Comitê Orientador: Manoel Alves de Faria - UFLA (Orientador), Fátima Conceição Rezende – UFLA, Ruben Delly Veiga - UFLA.

ABSTRACT

ARANTES, Kelte Resende. Coffee tree (*Coffea arabica* L.) recovery after clip, under different handlings of irrigation in the South of the Minas Gerais, Brazil. 2004. 62 p. Dissertation (Mastership Agricultural Engineering) – Federal University of Lavras, Lavras, MG *

In order to reduce the recovery period of tillage after clip, the irrigation is proposed as a technique able to increase the growth of coffee plants. This work was carried out with the objective of evaluate the influence of different irrigation depths and periods, and manuring parcel upon the coffee plant growth after clip. Two experiments were conducted as follows: the first compared the influence of 4 different irrigation depth (0%, 40%, 80%, and 120% of the evaporation of the Class A pan evaporimeter – precipitation) and of 3 manuring parcels (4,8,and 12 turns) upon coffee plants growth and yield. The second compared the influence of irrigation in 5 different periods in the year (april to june, april to july, september to november, may to june, and august to october) upon the coffee plant growth and yield in which the applied depth was equivalent to 100% of the evaporation of the Class A pan evaporimeter – precipitation. The tillage which was evaluated is located in the South of Minas Gerais state and is of the species *Coffea arabica* cv. Topazio MG –1190. Sixty five months after planting it was clipped, and then implanted with a 1,8x 0,7 m spacing in a total area of 0,14 hectare very clay Red Latossol. Evaluations started 8 months after clip. A randomized block design with four replications was used in both experiments. In experiment 1 the parcels were subdivided. The characteristics evaluated were as follows: plant height, diameter of the principal branch, number of between knots, cup diameter, and yield. Both the manuring parcels and the irrigation period were not found to provide any increase in growth or yield of the coffee plant. The depth of 120 % of evaporation of the Class A pan evaporimeter - precipitation provided larger growth and yield of the coffee plant when compared to others.

* Guidance Committee: Manoel Alves de Faria - UFLA (Major Professor), Fátima Conceição Rezende – UFLA, Ruben Delly Veiga - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade de grande importância no mundo, visto que movimenta grande volume de capital, gera elevado número de empregos diretos e indiretos e, em alguns casos, como em determinadas regiões do Brasil, representa grande parte das arrecadações em impostos.

A região Sul de Minas Gerais destaca-se por ser uma das mais importantes áreas produtoras de café do Brasil, porém apresenta lavouras antigas, que utilizam espaçamentos largos e, conseqüentemente, baixa densidade de plantas por área.

Com a intenção de aumentar a produtividade, os produtores têm optado cada vez mais pelo plantio adensado. Apesar do aumento de produtividade, os plantios adensados apresentam também o fenômeno do “fechamento”, o que impede a penetração de luminosidade nas partes inferiores das plantas, causando a morte de ramos plagiotrópicos baixos e favorecendo a incidência de pragas como a “broca” e de doenças como a “ferrugem”. Desta forma, em plantios adensados, a poda é uma prática indispensável e que deve ser empregada após o fechamento da lavoura. Entre os vários tipos de podas empregadas no cafeeiro, a recepa é considerada uma das mais drásticas.

A poda, apesar de necessária, deve ser bem planejada, pois durante o período de recuperação da lavoura não haverá produção e ainda será necessário realizar todos os tratamentos culturais de manutenção.

Desta maneira, a irrigação é uma técnica que pode minimizar o tempo de recuperação de lavouras podadas, pois sabe-se que o grau de umidade do solo tem influência sobre os diversos processos fisiológicos da planta do cafeeiro, considerando os efeitos diretos sobre o crescimento e os indiretos, sobre a absorção de nutrientes existentes na solução do solo.

A utilização da irrigação em lavouras podadas na região Sul de Minas Gerais justifica-se ainda pelo fato de, nesta região, serem constatados freqüentemente veranicos na segunda quinzena de outubro e primeira quinzena de novembro, causando significativos prejuízos aos produtores.

Apesar de a irrigação e o plantio adensado já serem utilizados em lavouras cafeeiras na região Sul de Minas Gerais, poucos são os dados de pesquisa disponíveis sobre a influência da irrigação no crescimento de lavouras adensadas após recepa.

O conhecimento da influência da irrigação sobre o crescimento do cafeeiro nestas condições pode esclarecer se esta técnica proporciona uma recuperação mais rápida da lavoura e qual a relação entre quantidade de água aplicada e o crescimento da cultura no período após a recepa.

A partir desta realidade, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a influência de quatro diferentes lâminas de irrigação associadas ao parcelamento da adubação, bem como diferentes épocas de irrigação, sobre o crescimento vegetativo de uma lavoura cafeeira localizada na região Sul de Minas Gerais, da cultivar TOPÁZIO MG-1190, submetida a um procedimento de poda drástica (“recepa”) e que já recebia os mesmos tratamentos de irrigação e adubação antes da poda.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do cafeeiro

A espécie *Coffea arabica* L. é originária do sudoeste da Etiópia, sudeste do Sudão e norte do Quênia, em região restrita e marginal às demais espécies. A faixa de altitude correspondente é entre 1000 e 2000 metros. Atualmente esta espécie distribui-se amplamente em regiões de altitudes mais elevadas e temperaturas mais amenas, entre 18 e 21°C, no continente americano e em algumas regiões da África. Seu centro de origem ou de diversidade é uma área bem limitada, restringindo-se à Abissínia e algumas regiões limítrofes entre 8° e 12° de latitude norte e 40° e 42° de longitude leste (Mendes & Guimarães, 1997).

No Continente Americano a espécie é largamente plantada, sendo o Brasil o país que tem a mais extensa área de cultivo. A planta é um arbusto com altura variando de 2 a 4 metros. Apresenta ramos laterais primários longos e flexíveis, contendo também ramificações secundárias e terciárias. É uma espécie tetraplóide, autógama, multiplicando-se praticamente por autofecundação (Thomaziello et al., 1987).

Os fatores climáticos mais importantes para o crescimento do cafeeiro arabica são a temperatura e a precipitação pluviométrica. Temperaturas médias entre 18 e 22° C são consideradas aptas e entre 19 e 21° C, consideradas ideais para o cultivo desta espécie (Matiello et al., 1974; Thomaziello et al., 1987).

Para o cultivo do cafeeiro arábica, além da exigência de temperaturas na faixa de 18 a 22 °C, são necessárias precipitações que ao longo do ano acumulem um valor total na faixa de 1200 a 2000 mm (Camargo, 1985).

Os solos ideais para o cultivo do cafeeiro devem ter relevo de ligeiramente ondulado (3 a 8% de declividade) a no máximo ondulado (8 a 20%

de declividade), textura média, estrutura granular ou em grumos de tamanhos médios a moderadamente desenvolvidos, porosidade global em torno de 50%, com 45% de substâncias minerais e 5% de matéria orgânica (Guimarães et al., 2002).

A cultivar Topázio é um melhoramento genético da cultivar Catuaí, através de um aumento do número de alelos da cultivar Mundo novo. O material selecionado e lançado em Minas Gerais possui porte baixo como o da Catuaí, com altura por volta de 2,0 metros e diâmetro médio de copa de 1,8 metros aos sete anos. Tem excelente produtividade e elevado vigor vegetativo, não exibindo depauperamento precoce após elevadas produções. O número de ramificações secundárias é abundante. A angulação dos ramos produtivos é pouco mais aberta que a Catuaí, permitindo maior aeração e insolação no interior da planta (Guimarães et al., 2002).

Além das características e exigências específicas da cultura, é importante entender o papel que esta ocupa no cenário sócio-econômico nacional.

O Brasil é o maior produtor mundial de café, com 2,3 milhões de hectares de área cultivada, tendo chegado a produzir, na safra de 2002, um total de 48,5 milhões de sacas. Naquele ano, o Brasil exportou 27 milhões de sacas, gerando uma receita cambial em torno de US\$ 1,38 bilhão.

O Estado de Minas Gerais é o maior produtor de café do Brasil, com uma produção (safra 2002) que representa cerca de 51,75% da produção nacional e uma produtividade média de 21 sacas/ha (Agrianual, 2003). Dentre as diferentes regiões mineiras que produzem café, a região Sul é a mais tradicional, sendo responsável por cerca de 50% da produção estadual e por 25% da produção brasileira de café (Guimarães et al., 2002).

2.2 Recepta ou poda drástica

As podas em cafeeiros sempre foram utilizadas pelos cafeicultores para eliminar partes afetadas por fenômenos físicos ou geadas, chuvas de granizo ou para a correção da arquitetura das plantas; porém, com o aumento dos plantios adensados no Brasil, as podas tornam-se uma das mais importantes práticas de manejo dos cafezais (Guimarães et al., 2002).

O “fechamento” das lavouras de café, devido a uma série de fatores, tem como principal consequência a diminuição da produção dos cafeeiros e a criação de um ambiente favorável ao ataque da “broca-do-café” (*Hypothenemus hampei*) e da “Ferrugem” (*Hemileia vastatrix*). A correção pode ser realizada através de três tipos de podas: decote, recepta ou esqueletamento.

A recepta consiste no corte da planta a uma altura de mais ou menos 40 cm do solo, sendo recomendada para plantas em estágio adiantado de fechamento, já com intensa perda de “saia” (ramos plagiotrópicos baixos). O corte deve ser feito em bisel ou inclinado. A época indicada é também logo após a colheita, devendo-se, posteriormente, ser realizada a seleção e a condução da brotação (Thomaziello et al., 1987).

A recepta proporciona uma “nova lavoura” após dois anos e, em lavouras adensadas, é feita após o seu fechamento. Em lavouras plantadas em espaçamentos menores (adensamento), podem haver a morte dos ramos plagiotrópicos inferiores e a diminuição da produção de frutos no terço médio das plantas, ficando a produção basicamente restrita ao topo das plantas, ocasionando grande dificuldade de colheita e tratos culturais (Guimarães et al., 2002).

Em geral, a época ideal para realização da poda são os meses de agosto a setembro, logo após a colheita, desde que a lavoura não tenha sofrido danos por geadas, ataques de insetos e doenças, chuvas de granizo, secas prolongadas ou

apresentado produção muito elevada na última colheita. Nestes casos especiais deve-se aguardar os meses de novembro a dezembro para realização da poda (Guimarães et al., 2002).

Miguel et al. (1984), estudando o efeito dos diferentes tipos de podas na morte de raízes do cafeeiro, observaram que a morte de raízes aos 120 dias após as podas, com relação à recepa a 60 cm do solo com pulmão, esqueletamento, decote a 1,70 m e testemunha sem poda, foram, respectivamente, de 84%, 83%, 23% e 0%. Esse trabalho mostra que quanto mais drástica a poda, maior é a morte do sistema radicular do cafeeiro.

Cunha (1997), avaliando o efeito da época, altura de poda (recepa) e adubação foliar na recuperação de lavoura depauperada, utilizou duas alturas de corte (a 20 cm e a 40 cm do solo) em três épocas (agosto, novembro e janeiro), concluindo que a melhor recuperação da lavoura depauperada foi obtido com recepa a 40 cm de altura, realizada em novembro com adubação foliar nas brotações, mostrando que a altura e a época da recepa influenciam diretamente o crescimento do cafeeiro.

2.3 Necessidades hídricas do cafeeiro

Segundo Camargo (1985), regiões com precipitações anuais acima de 1200 milímetros possuem condições satisfatórias, em termos de necessidade hídrica, para permitir a exploração comercial da cultura do cafeeiro. Os mesmos autores citam que quanto ao déficit hídrico, segundo o balanço hídrico de Thornthwait (1948), sabe-se que áreas com deficiência hídrica de até 150 mm anuais são consideradas aptas; entre 150 e 200 mm, são consideradas marginais; e áreas com deficiência hídrica acima de 200 mm anuais são consideradas inaptas para o cultivo da espécie *Coffea arabica* L.

Santinato et al. (1989a) afirmam que o cafeeiro arabica necessita encontrar umidade disponível no solo durante o período de setembro/outubro a abril/maio para vegetar e frutificar normalmente.

Segundo Gopal (1974), a deficiência hídrica no solo tem reflexos negativos sobre o sistema radicular do cafeeiro, particularmente sobre as raízes absorventes, limitando a absorção de água e minerais, o crescimento da parte aérea e a produção da planta.

Uma diferença significativa entre os valores de diâmetro de caule obtidos nos tratamentos com e sem irrigação, em que os irrigados foram bastante superiores aos cafeeiros não irrigados, foi encontrada por Snoeck (1977). Fato semelhante foi detectado por Araújo (1982), analisando os valores médios de diâmetro de copa e de caule, em que os tratamentos irrigados apresentaram, em média, valores superiores àqueles sem irrigação.

Gervásio (1998), trabalhando com cafeeiro "Icatú" em casa de vegetação, em Lavras (MG), constatou que na fase inicial de formação do cafeeiro o aumento da umidade do solo acelerou o desenvolvimento da planta.

No Estado de Minas Gerais, a região dos Cerrados é a que possui o maior número de cafeicultores "irrigantes"; todavia, nos últimos anos é perceptível o avanço da irrigação em cafezais das regiões Sul e Oeste do Estado, responsáveis pela maior parte da produção estadual e nacional (Vilella, 2001).

Apesar de a região Sul de Minas se encontrar dentro da região considerada apta ao cultivo do cafeeiro, a ocorrência de veranicos e o prolongado período de estiagens, verificado principalmente nos últimos anos, estão causando sérios prejuízos aos cafeicultores, tanto no que diz respeito ao desenvolvimento dos cafeeiros quanto à sua produtividade.

Perón & Castro Neto, citados por Castro Neto & Vilela (1986), constataram, na região de Lavras-MG, a ocorrência de veranico, com grande frequência, na segunda quinzena de outubro e primeira quinzena de novembro,

sendo que, em média, anualmente ocorre, um veranico com duração igual ou maior que 12 dias.

Freire & Miguel (1984) observaram, na fazenda experimental do antigo Instituto Brasileiro de Café, no município de Varginha-MG, no ano de 1984, baixas precipitações pluviométricas e temperaturas elevadas, que resultaram em perdas de qualidade e queda no rendimento da safra.

Esses resultados de pesquisas justificam a utilização da irrigação na região Sul de Minas Gerais, a qual, apesar de considerada climaticamente apta, está sujeita ao fenômeno dos veranicos.

2.4 Irrigação por gotejamento

Segundo Faria & Rezende (1998), a principal característica dos sistemas de irrigação localizada é a aplicação da água apenas nos locais de interesse. Estes locais podem representar proporções variáveis entre 20% a 80 % da área total, o que resulta em grande economia de água que pode ser aplicada através de diversos tipos de emissores (gotejadores, tubulações perfuradas e porosas, microaspersores e difusores). Os mesmos autores citam, ainda, que além da economia de água, outra vantagem na opção pela irrigação localizada é a possibilidade do uso de sistemas com elevado grau de automação, o que traz grande economia com mão-de-obra. Dentre as desvantagens da irrigação localizada está o elevado custo inicial de implantação, o qual é majorado consideravelmente com a redução do espaçamento entre as linhas de plantio e a exigência por água de boa qualidade.

Para a irrigação localizada, águas de boa qualidade devem atender os parâmetros apresentados na Tabela 1.

TABELA 1: Aspectos desejáveis na água para irrigação localizada

ASPECTOS	UNIDADES	VALORES DESEJÁVEIS
FÍSICOS		
Sólidos em suspensão	mg/l	<50
QUÍMICOS		
PH		<7,0
Sólidos solúveis	mg/l	<500
Manganês	mg/l	<0,1
Ferro	mg/l	<0,1
Ácido Sulfídrico	mg/l	<0,5
BIOLÓGICOS		
Populações Bacterianas	Nº max/ml	<10000

Fonte: Nakayama (1986)

Vários sistemas de irrigação podem ser usados em cafezais, destacando-se irrigação localizada por gotejamento, irrigação por aspersão convencional, autopropelido e pivô central, assim como sistemas simplificados com mangueiras simples perfuradas (“chic-chic”), destacando que a uniformidade de aplicação de água influencia diretamente a produtividade da cultura e a energia gasta no bombeamento da água (Bonomo et al., 1998).

Araújo (1982) afirma que, no Brasil, a introdução do método de irrigação por gotejamento, como fonte suplementar de dotação hídrica, tem apresentado uma série de características altamente favoráveis, tais como: aproveitamento de pequenos mananciais hídricos, maior eficiência operacional, economia de água (pois propicia disponibilidade direta de água à planta) e, quando comparado a outros métodos de irrigação, oferece ainda a vantagem de menor custo de mão-de-obra.

Segundo Olitta (1981), vários trabalhos experimentais e observações de campo demonstram que o sistema de irrigação por gotejamento permite um bom controle e economia de água aplicada e que, em diversas condições, proporcionou produções superiores às obtidas por outros métodos.

Drumond et al. (2002), comparando os sistemas de irrigação por aspersão com pivô central, aspersão em malha, localizada por gotejamento e localizada com tripa, observou maior diâmetro médio de caule e altura média de plantas nos cafeeiros irrigados com aspersão em malha e por gotejamento, mostrando que a irrigação por gotejamento apresenta bons resultados na cultura do cafeeiro.

2.5 Manejo da irrigação

A utilização da irrigação na agricultura é uma técnica que visa disponibilizar água para as plantas em quantidade ideal, possibilitando à cultura expressar o seu máximo potencial produtivo. O déficit de água pode causar a concentração de sais no solo e o excesso pode promover a lixiviação de nutrientes, reduzir a aeração do sistema radicular e onerar os custos de produção.

Na agricultura brasileira a irrigação, de um modo geral, vem sendo utilizada sem um monitoramento criterioso do teor de água no solo. A ausência de um manejo adequado da água utilizada na irrigação contribui para o seu desperdício (Junqueira et al., 1998).

Segundo Faria & Rezende (1998), há vários métodos de controle da irrigação e cada um apresenta diferentes níveis de precisão e complexidade, porém os mais difundidos utilizam o Tanque Classe A ou tensiômetros. Na cultura do café, geralmente utiliza-se o balanço hídrico.

Segundo Gomide (1998), o método do “Tanque Classe A” é bastante utilizado no manejo da irrigação para determinar a ET_c (evapotranspiração da



cultura) a partir da ET_0 (evapotranspiração de referência) associada ao K_c (coeficientes de cultura), sendo este método recomendado pela FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura).

Dentre os fatores que favorecem o uso do Tanque Classe A no manejo de sistemas de irrigação estão o custo relativamente baixo, a possibilidade de instalação próxima à cultura a ser irrigada, a facilidade de operação e a boa estimativa de demanda hídrica das culturas (Andrade Júnior et al., 1998).

O manejo da irrigação inclui também, e principalmente, o conhecimento das características físicas do solo, como sua capacidade de retenção de água e as necessidades hídricas da cultura a ser irrigada (Alves, 1999).

Quando se controla a irrigação por meio do Tanque Classe A, normalmente se utilizam os valores de ECA (evaporação do Tanque Classe A), os quais são corrigidos pelo K_p (coeficiente do Tanque Classe A), que relaciona o valor de ECA com a ET_0 . Com os valores de ET_0 e o K_c , encontra-se a ET_c . Deste valor de ET_c deverá ainda ser descontado o valor de precipitação pluviométrica ocorrida no período, obtendo-se, assim, o valor de lâmina d'água a ser aplicado.

Gervásio (1998) cita a possibilidade de se estudar uma nova metodologia para utilização do Tanque Classe A no controle da irrigação. Por essa nova metodologia quantificariam-se as regas em função somente da evaporação do Tanque Classe A, descontada a precipitação no período. Desta forma, evitar-se-ia a utilização do K_p e do K_c , o que possibilitaria, para o produtor, uma simplificação no manejo da irrigação. O mesmo autor, utilizando esta nova metodologia na irrigação do cafeeiro na fase inicial de formação da lavoura, considerou-a uma boa alternativa para o manejo da irrigação.

2.6 Fertirrigação e parcelamento da adubação no cafeeiro

A fertirrigação consiste, de um modo geral, na adubação combinada com a irrigação, isto é, os adubos minerais são injetados na água de irrigação para formar uma “água de irrigação enriquecida” (Vitti & Boareto, 1994).

As principais vantagens apresentadas pela fertirrigação em países onde a agricultura irrigada é desenvolvida e que tem motivado a sua utilização no Brasil são: economia de mão-de-obra, pouco contato do operador com os produtos, possibilidade de aplicação em épocas de poucas precipitações, redução de danos mecânicos à cultura e ao solo, maior uniformidade de aplicação da adubação, maior eficiência de uso do produto e menores custos de aplicação (Costa et al., 1986).

Conforme Sousa & Sousa (1993), o princípio da fertirrigação preconiza a utilização de produtos solúveis. Assim, na seleção do fertilizante deve-se considerar, além de outros aspectos, a sua solubilidade, uma vez que esta é extremamente importante no manejo operacional do sistema e na uniformidade de aplicação dos produtos. A aplicação de nitrogênio e potássio via água de irrigação geralmente não apresenta problemas, podendo ser utilizados em qualquer sistema de irrigação, sob as formas, uréia, nitrato ou sulfato de amônio, como fonte de N, e cloreto de potássio como fonte de K .

Santinato et al. (1989b), em trabalho conduzido no município de Jaboticatubas – MG, com cafeeiro “Catuaí Vermelho”, no qual comparou-se o efeito da adubação NK aplicada através do sistema de irrigação por gotejamento, com aplicação de adubos sólidos (sem irrigação), verificaram que os tratamentos em que a aplicação do adubo foi realizada através do sistema de irrigação apresentaram resultados superiores àqueles observados no tratamento convencional. Os autores afirmam ainda que a fertirrigação é o modo de adubar indicado para o fornecimento de NK ao cafeeiro irrigado por gotejamento.

Vilella (2001), avaliando diferentes lâminas de irrigação e parcelamento da adubação no crescimento do cafeeiro, encontrou que o parcelamento da adubação em 9 vezes entre outubro e março proporcionou maior crescimento dos ramos plagiotrópicos primários, quando comparado com a adubação em 3 e 6 vezes no mesmo período. Com relação à altura das plantas, foi encontrado que, para a lâmina de 80% da ECA, o parcelamento em 9 vezes apresentou maiores valores médios.

Karasawa (2001), avaliando o crescimento do cafeeiro sob diferentes manejos de irrigação e parcelamentos de fertirrigação, relata não ter encontrado diferença significativa em nenhuma das características avaliadas para o parcelamento da adubação isoladamente.

2.7 Crescimento vegetativo e influência da irrigação

As diversas partes da planta crescem em diferentes ritmos e épocas do ano devido à interação de fatores genéticos, nutricionais, hormonais e ambientais e o cafeeiro não constitui exceção à regra (Rena et al., 1994).

Os componentes vegetativos do cafeeiro mais influenciados pelo clima são: a altura da planta, o crescimento dos ramos laterais e o número de flores (Jaramillo & Valencia, 1980).

Na Zona da Mata de Minas Gerais, o crescimento dos ramos é rápido durante a estação quente e chuvosa e lento na estação fria e seca (Rena & Maestri, 1986).

Faria & Siqueira (1988) constataram que a irrigação promoveu efeito sobre o crescimento do cafeeiro somente nos primeiros 18 meses de diferenciação dos tratamentos com e sem irrigação, ocorrendo maior incremento da característica altura da planta. Acredita-se que, a partir desta fase, o maior

—aprofundamento das raízes permitiu a absorção de água a maiores profundidades, eliminando o efeito dos tratamentos.

Comparando tratamentos irrigados e não irrigados, aplicados à lavoura da variedade “Catuaí” em Pernambuco, Matiello & Dantas (1987) constataram que as características de produção e crescimento da parte aérea (diâmetro de copa e altura da planta) foram bastante superiores nos cafeeiros irrigados, com acréscimo de 49% na produtividade, 41% no diâmetro de copa e 39% na altura das plantas.

Soares et al. (2000), em experimento realizado com cafeeiro da variedade Catuaí na região de Viçosa-MG, no biênio 1999/2000, observaram um aumento de 55% no número de internódios dos cafeeiros irrigados quando comparados com os não irrigados.

Gervásio (1998) constatou que na fase inicial de formação da lavoura, com o aumento da umidade do solo, houve uma aceleração do desenvolvimento vegetativo dos cafeeiros, sendo avaliadas para isto as características: área foliar, altura da planta, diâmetro do ramo ortotrópico, número de ramos plagiotrópicos e de internódios do ramo ortotrópico.

Kobayashi & Nagao (1986), estudando o efeito da quantidade de água e frequência de irrigação no crescimento vegetativo do cafeeiro, observaram um incremento na altura das plantas à medida que se aumentou o nível de irrigação. Os mesmos autores relatam ainda um aumento do número e do comprimento de internódios nos tratamentos irrigados.

Alves (1999), em experimento localizado no município de Lavras – MG, avaliando o efeito da irrigação sobre as características, diâmetro do ramo ortotrópico e da copa, comprimento do primeiro ramo plagiotrópico e número de ramos secundários no primeiro plagiotrópico, verificaram em todas as características, com exceção da última, aumentos de valores à medida que se aumentou a lâmina de água aplicada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em uma área experimental do setor de cafeicultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), município de Lavras MG, com uma altitude de 918 m, latitude de 21°14'00", longitude oeste de 45°00'00", onde se encontrava instalada uma lavoura cafeeira com aproximadamente 73 meses de idade (maio de 2002) que foi submetida a um processo de " poda drástica" realizada aos 65 meses de idade (setembro de 2001); a cultivar desta lavoura é a TOPÁZIO MG-1190 e foi implantada com um espaçamento de 1,8 x 0,7 m. A área total do experimento foi de 0,14 ha, com um solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico de textura muito argilosa (EMBRAPA 1999).

Os tratamentos utilizados em ambos os experimentos já eram aplicados sobre a lavoura desde os 28 meses de idade (agosto 1998).

Com o objetivo de caracterizar o solo da área experimental, foram realizadas as determinações da curva característica do solo, condutividade hidráulica saturada, densidade aparente, densidade de partículas e porosidade total nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm. Os valores encontrados são apresentados na Tabela 2 e na Figura 1.

TABELA 2: Caracterização física do solo

CAMADA (cm)	Densidade Global (g/cm ³)	Densidade de partículas (g/cm ³)	Porosidade (cm ³ /cm ³)	Condutividade hidráulica saturada (cm/h)
0 - 20	1,10	2,56	0,57	13,40
20 - 40	1,24	2,38	0,48	12,30

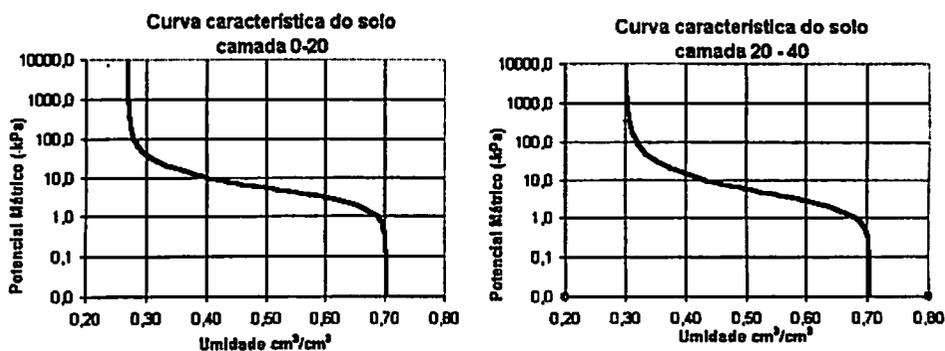


FIGURA 1: Curva característica do solo segundo o modelo de Van Genuchten para as camadas 0 – 20 cm e 20 a 40 cm:

Os valores de umidade de saturação apresentados nas curvas características do solo, apresentam valores elevados (maiores que a porosidade) devido ao fato de a determinação das curvas ter sido realizada com amostras deformadas, mesmo para tensões inferiores a 10 kPa.

As equações da curva característica de retenção de água no solo para as camadas analisadas são:

Camada 0-20 cm:

$$\theta = 0,269 + \{ (0,432) / [1 + (0,264 \cdot \psi_m)^{2,134}]^{0,532} \}$$

$$r^2 = 0,9981$$

Camada 20-40 cm:

$$\theta = 0,301 + \{ (0,402) / [1 + (0,328 \cdot \psi_m)^{1,893}]^{0,472} \}$$

$$r^2 = 0,9973$$

Em que;

θ - Umidade base volume (cm^3/cm^3);

ψ_m - Potencial mátrico (-kPa).

Para determinação da fertilidade do solo e conseqüentes recomendações de fertilizantes, foram realizadas também análises químicas do solo na camada de 0 a 20 cm. As doses de fertilizantes recomendadas após as análises foram parceladas em 4, 8 e 12 vezes (conforme tratamentos propostos).

3.2 Delineamento experimental utilizado

O experimento foi subdividido em duas partes:

Experimento 1: - Comparação entre diferentes lâminas de água e diferentes parcelamentos de adubação.

O delineamento experimental utilizado nesta parte foi o de Blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições.

Foram comparadas, nas parcelas, quatro lâminas d'água, sendo 0%, 40%, 80% e 120% do balanço entre evaporação do Tanque Classe A (ECA) e precipitação (Prec.). Nas subparcelas foram comparadas três opções de parcelamento da adubação com N e K, sendo em 4 e 8 vezes de outubro a março

e em 12 vezes durante todo o ano. Cada parcela foi composta de 24 plantas, sendo 18 destas consideradas úteis.

Experimento 2: - Comparação entre diferentes épocas de irrigação;

O delineamento experimental utilizado neste caso foi o de blocos casualizados com 5 parcelas e 4 repetições, sendo comparadas, nas parcelas, cinco diferentes épocas de irrigação durante o ano, que são, respectivamente:

Época 1: irrigação de abril a julho;

Época 2: irrigação de abril a junho;

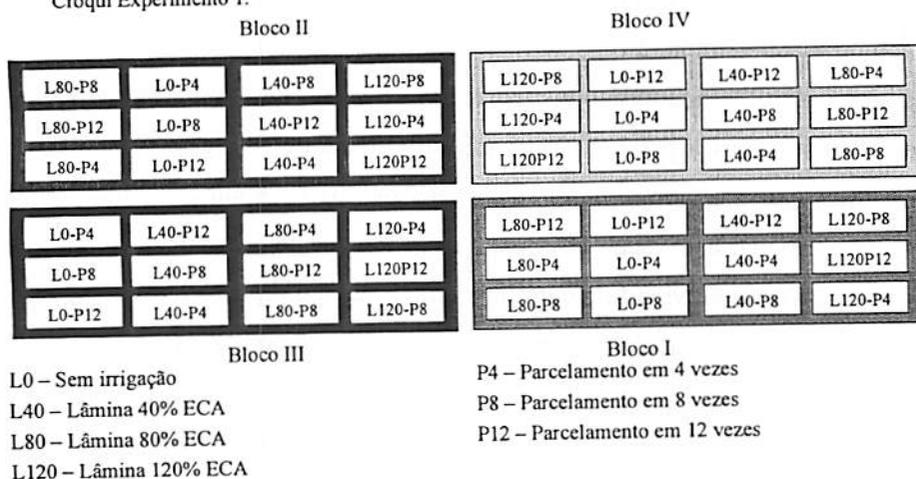
Época 3: irrigação de setembro a novembro;

Época 4: irrigação de maio a junho;

Época 5: irrigação de agosto a outubro;

Cada parcela foi composta por 8 plantas, sendo 6 destas consideradas úteis. A lâmina utilizada na irrigação das diferentes épocas foi equivalente a 100% do balanço ECA – Precipitação.

Croqui Experimento 1:



Croqui Experimento 2:

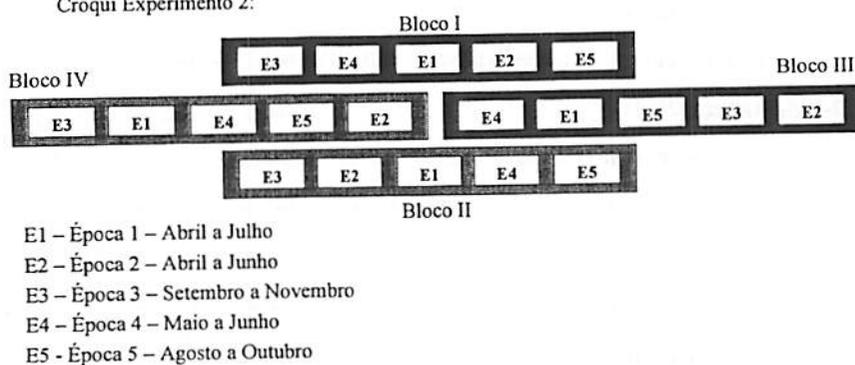


FIGURA 2 - Croqui dos experimentos 1 e 2.

3.3 Sistema de irrigação utilizado

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento e constava de unidade de bombeamento, dispositivos de controle, linhas principais, linhas de derivação e linhas laterais.

TABELA 3 : Resumo dos valores encontrados no teste de uniformidade de distribuição do sistema de irrigação.

Total vazões (l.h ⁻¹)	2968,95
Número de observações	723
Total 25 % menores vazões (l.h ⁻¹)	574,35
Número de observações	180
vazão média geral (l.h ⁻¹)	4,11
média 25% menores vazões (l.h ⁻¹)	3,21
CUD	0,7814

TABELA 4: Valores aceitáveis de Coeficientes de Uniformidade segundo Cabello (1987).

Emissores	Declividade	CUD	
		Clima árido	Clima úmido
Emissores espaçados mais de 4 m em cultivo permanente	i < 2%	0,90 – 0,95	0,80 – 0,85
	i > 2%	0,85 – 0,90	0,75 – 0,80
Emissores espaçados menos de 4 m em cultivo permanente e semipermanente	i < 2%	0,85 – 0,90	0,75 – 0,80
	i > 2%	0,80 – 0,90	0,70 – 0,80
Mangueiras ou Fitas porosas em cultivos anuais	i < 2%	0,80 – 0,90	0,70 – 0,80
	i > 2%	0,70 – 0,85	0,65 – 0,75

Traduzido de Cabello (1987).

3.4 Manejo da irrigação

As irrigações foram realizadas às terças e sextas-feiras. As lâminas aplicadas eram calculadas através do balanço entre a evaporação do Tanque Classe A (ECA) e as precipitações ocorridas no período entre duas irrigações consecutivas, sendo os valores de precipitação e ECA obtidos junto à estação climatológica instalada no campus da UFLA, pertencente ao 5º distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e distante aproximadamente 500 metros do experimento. Para um balanço positivo ($ECA > \text{precipitação}$) era aplicado, sobre cada tratamento, o seu respectivo nível de lâmina, ou seja: 40%, 80% ou 120% do balanço $ECA - \text{precipitação}$.

Para os tratamentos de época era aplicada uma lâmina correspondente a 100% do balanço $ECA - \text{precipitação}$; somente nos tratamentos que se encontravam em época de receber irrigação porque o objetivo no experimento 2 foi comparar os tratamentos não irrigados com os irrigados somente em determinadas épocas do ano.

Quando o balanço entre $ECA - \text{precipitação}$ era nulo ou negativo, não se irrigava.

Os valores de evaporação e de precipitação registrados, bem como as lâminas aplicadas em cada tratamento, durante o período de duração do experimento, são mostradas na Tabela 5.

TABELA 5: Valores médios mensais de temperatura (T) e totais mensais de evaporação do Tanque Classe A (ECA), Precipitação pluviual (Prec.) e Lâminas aplicadas (L) durante o período de avaliação.

Ano	Mês	T (°C)	ECA (mm)	Prec. (mm)	(ECA-Prec.)	L 40% (mm)	L 60% (mm)	L 100% (mm)	L 120% (mm)	
2002	Mai	19,5	112,9	17	106,4	43	85	106	128	
	Jun	18,7	111,6	1	111,6	45	89	112	134	
	Jul	17,7	111,6	16	104,2	42	83	104	125	
	Ago	20,3	166,0	9	160,7	64	129	161	193	
	Set	19,5	144,0	55	119,7	48	96	120	144	
	Out	23,8	228,1	64	197,3	78	158	197	237	
	Nov	22,3	163,3	164	109,6	44	88	110	132	
	Dez	23,0	165,8	204	118,2	47	95	118	142	
	2003	Jan	22,5	142,2	462	51,6	21	41	52	62
		Fev	24,2	180,1	56	156,8	63	125	157	188
		Mar	22,1	140,3	166	101,2	40	81	101	121
		Abr	20,6	136,7	26	129,2	52	103	129	155
Mai		17,3	117,6	59	101,0	40	81	101	121	
Jun		18,3	106,0	1	106,0	42	85	106	127	
Jul		16,9	117,1	15	113,0	45	90	113	136	
Ago		18,2	134,3	9	129,8	52	104	130	156	
Set		20,5	166,3	14	156,7	63	125	157	188	

Obs: Os valores da coluna ECA-Prec. são valores calculados em cada irrigação; e como a distribuição de chuvas não é uniforme, estes apresentam diferença quando comparados às diferenças calculadas entre as colunas de totais mensais de ECA e Prec.

Os valores de Lâminas aplicadas sobre os diferentes tratamentos, considerando a precipitação e a irrigação em todo período avaliado, são mostrados nas Tabela 6 e 7.

TABELA 6: Lâminas de água aplicadas sobre as plantas em todos os tratamentos do experimento 1, considerando dois períodos diferentes.

Períodos	Tratamentos	Precipitação (mm)	Irrigação (mm)	Total (mm)
Maio 2002 a Abril 2003 (ciclo de 1 ano)	Sem irrigação	1239	—	1239
	40%	1239	588	1827
	80%	1239	1173	2412
	120%	1239	1761	3000
Maio 2002 a Setembro 2003	Sem irrigação	1336	—	1336
	40%	1336	830	2166
	80%	1336	1658	2994
	120%	1336	2489	3825

QUADRO 7: Lâminas de água aplicadas sobre as plantas em todos os tratamentos do experimento 2, no período de condução do experimento.

Épocas	Meses	Ano 2002			Meses	Ano 2003		
		Prec.	Irrig.	Total		Prec.	Irrig.	Total
E1	Mai a Jul	33	322	355	Abr a Jul	100	449	549
E2	Mai a Jun	17	218	235	Abr a Jun	85	336	421
E3	Set a Nov	283	427	710	Set.	14	157	171
E4	Mai a Jun	17	218	235	Mai a Jun	59	207	266
E5	Ago a Out	128	478	606	Ago a Set	23	287	310

3.5 Manejo da adubação

O parcelamento das adubações foi realizado somente para os nutrientes Nitrogênio e Potássio. As fontes de macronutrientes utilizadas no experimento foram uréia (45% de N) para o Nitrogênio e Cloreto de potássio branco (58% K_2O) para o Potássio. A recomendação de adubação utilizada foi realizada pelo método da 5ª aproximação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, o qual leva em consideração os níveis de nutrientes no solo, a carga pendente e a textura do solo.

As adubações de N e K em 4 e 8 vezes foram realizadas de outubro a março, e em 12 vezes, durante todos os meses do ano. O processo de aplicação dos adubos no experimento 1 foi via água de irrigação (fertirrigação) para os tratamentos irrigados e manualmente para os não irrigados. No experimento 2 a adubação foi manual e aplicada em 4 vezes (outubro a março), de maneira idêntica à adubação manual realizada no parcelamento em 4 vezes do experimento 1. Todas as plantas, ao final do programa, receberam as mesmas quantidades de adubos.

Os micronutrientes necessários à lavoura foram aplicados através de pulverizações (via foliar), após análise química foliar.

As quantidades de uréia e cloreto de potássio aplicadas por planta são apresentadas na Tabela 8.

TABELA 8: Quantidades de adubos aplicados em cada adubação.

CICLO	Adubo	Parcelamento (aplicações)	Quantidade por planta (g)
2001/2002	Uréia	4	45,50
		8	22,75
		12	15,16
	Cloreto de Potássio	4	13,00
		8	6,50
		12	4,33
2002/2003	Uréia	4	44,50
		8	22,25
		12	14,83
	Cloreto de Potássio	4	17,25
		8	8,63
		12	5,75

3.6 Condução da lavoura

Com exceção dos tratamentos, os demais tratamentos culturais utilizados no manejo da lavoura foram os mesmos para ambos os experimentos, a fim de evitar influência destes sobre os resultados obtidos. Foram realizadas desbrotas, capinas manuais e químicas, controle de pragas (formigas, bicho mineiro, broca e cochonilha) e doenças (ferrugem) e adubações foliares com micronutrientes (boro, zinco e cobre) sempre que, após avaliação, foram considerados necessários.

3.7 Características avaliadas

As características avaliadas estão ligadas ao crescimento vegetativo e foram: altura da planta, diâmetro da copa, diâmetro do ramo ortotrópico e

número de internódios do ramo ortotrópico. As avaliações foram realizadas mensalmente em todas as plantas úteis de ambos os experimentos.

Para obtenção do diâmetro médio da copa foi utilizada uma régua graduada, com comprimento de 2 metros, e foram tomados como referência os maiores ramos plagiotrópicos de ambos os lados da planta, medindo-se as distâncias entre as extremidades dos ramos no sentido perpendicular às linhas de plantas. A altura das plantas foi medida inicialmente com uma “fita métrica” e posteriormente com uma régua graduada, medindo-se do ponto inferior da inserção do novo ramo ortotrópico até a gema apical. O diâmetro do ramo ortotrópico foi medido na inserção do primeiro par de ramos plagiotrópicos utilizando um paquímetro digital. Na contagem do número de internódios foi considerado primeiro internódio aquele que se situava imediatamente acima do primeiro par de ramos plagiotrópicos.

O enfoque inicial da pesquisa era o crescimento das plantas, não sendo esperada produção para o primeiro ano após a recepa. Entretanto, como as plantas apresentaram produção, esta também foi avaliada e incluída junto às características avaliadas.

Para a colheita dos grãos foram feitas avaliações visuais periódicas (semanalmente) das plantas, procurando realizar a mesma com a máxima uniformidade de maturação possível entre as plantas de cada parcela ou sub-parcela e entre as quatro repetições de cada tratamento, realizando-se a colheita simultânea de todas as plantas úteis das quatro repetições de cada tratamento.

A colheita foi realizada em pano próprio para este fim, sendo separado o café de pano do café de varreção. Após a colheita, determinou-se o volume e o peso da produção de todas as repetições de cada tratamento e retirou-se uma amostra de 10 litros para posterior secagem, a qual foi pesada e acondicionada em sacos de tela, que permitiam a circulação de ar e a incidência de radiação solar. Estes sacos foram expostos ao sol por vários dias consecutivos até que os

grãos atingissem uma umidade de aproximadamente 12%, sendo virados 3 vezes ao longo do dia para uniformizar a secagem dos grãos. O café de varrição foi limpo manualmente e seco da mesma maneira que o café colhido no pano.

3.8 Análise estatística dos dados

Os dados foram tratados estatisticamente conforme modelo matemático apropriado para o delineamento experimental utilizado. Os dados utilizados na análise estatística foram os valores médios das seis plantas úteis de cada parcela (experimento 2) ou sub-parcela (experimento 1).

Os valores das características altura da planta e diâmetro da copa foram contabilizados em cm e do diâmetro do ramo ortotrópico, em mm.

Como o número de internódios é uma característica de valor discreto, na análise de variância foram utilizados os valores desta característica após transformação pelo modelo mostrado na Equação 2, objetivando-se a normalização dos dados.

$$Y = (X+0,5)^{0,5} \dots\dots\dots (2)$$

Em que:

Y - Variável transformada;

X - Variável original.

Os dados referentes à característica diâmetro da copa foram relativos ao período de agosto de 2002 a junho de 2003. Isto se deu devido ao fato de esta característica ter sido incluída no experimento somente a partir do mês de agosto de 2002 e após o mês de junho de 2003 ter apresentado queda nos valores medidos em relação aos anteriores. Acredita-se que esta queda tenha ocorrido

devido a quebras nos ramos plagiotrópicos em função da colheita, visto que a data desta queda coincide com a da colheita e que não foi observado o fenômeno conhecido como “seca de ponteiros”.

As diferentes características avaliadas no experimento 1 e ligadas ao crescimento vegetativo foram submetidas a duas análises estatísticas. A primeira análise teve como objetivo avaliar o crescimento total das plantas durante todo período de condução do experimento e considerou o ganho total de cada característica nos 16 meses de avaliação, utilizando-se, para isto, a diferença entre o valor medido no último mês (Setembro de 2003) e o valor medido no primeiro mês (Maio de 2002). A segunda análise teve como objetivo comparar o crescimento das plantas nas diferentes fases fenológicas do cafeeiro, considerando o ganho mensal médio em diferentes períodos de avaliação, sendo para isto utilizada a diferença entre o valor medido no último mês e o valor medido no primeiro mês, pertencentes a cada período, dividindo-se esta diferença pelo número de meses avaliados daquele período.

A determinação dos períodos avaliados no experimento foi baseada no ciclo fenológico da cultura, apresentado por Camargo (1987) (vide Tabela 1A), sendo os períodos identificados da seguinte forma:

Outono 1: abril a junho de 2002;

Inverno 1: julho a setembro de 2002;

Primavera 1: outubro a dezembro de 2002;

Verão 2 : janeiro a março de 2003;

Outono 2: abril a junho de 2003;

Inverno 2: julho a setembro de 2003.

Quando na primeira e segunda análise de variância os tratamentos apresentaram diferença significativa entre as médias, para as características avaliadas, foram então submetidos à análise de regressão ao nível de significância de 5%.

No experimento 2, as diferentes características avaliadas e ligadas ao crescimento vegetativo foram submetidas à análise de variância, e quando apresentaram diferença significativa entre as médias, foi aplicado o teste de média (Scott-knott) ao nível de significância de 5%.

Na análise estatística do experimento 2, o tratamento sem irrigação com parcelamento em quatro vezes, do experimento 1; foi comparado aos tratamentos de épocas de irrigação, do experimento 2; com a finalidade de verificar se os tratamentos com irrigação somente em determinadas épocas proporcionaram maiores ganhos que o tratamento sem irrigação.

As produções obtidas nos diferentes tratamentos de ambos os experimentos foram analisadas estatisticamente, sendo os tratamentos de lâmina do experimento 1 submetidos posteriormente à análise de regressão ao nível de significância de 5%.

Para processar as análises de variância, as análises de regressão e os testes de médias, foi utilizado o software SISVAR versão 4.3, desenvolvido pelo Professor Doutor Daniel Furtado Ferreira do Departamento de Ciências exatas da UFLA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussões, tanto do experimento 1 quanto do experimento 2, foram divididos em duas partes para facilitar o entendimento.

4.1 Experimento 1 – lâminas de irrigação e parcelamento da adubação

A seguir são apresentados os resultados das análises do experimento 1

4.1.1 Ganho total das diferentes características avaliadas

As análises de variância para o ganho total das diferentes características avaliadas foram resumidas e são apresentadas na Tabela 9.

TABELA 9: Resumo das análises de variância para ganho total das características: Altura da planta (AP), Diâmetro do ramo ortotrópico (DRO), Número de internódios (NI) e Diâmetro da copa (DC).

Fontes de variação	G.L.	Q.M.			
		AP	DRO	NI	DC
Bloco	3	55,91 ^{NS}	0,58 ^{NS}	0,03 ^{NS}	505,55 *
Lâmina	3	288,97 *	92,80 *	0,42 *	986,27 *
Resíduo 1	9	20,80	6,78	0,01	108,20
Parcelamento	2	5,77 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,02 ^{NS}	44,33 ^{NS}
Lâm. X Parcel.	6	13,49 ^{NS}	4,61 ^{NS}	0,01 ^{NS}	53,61 ^{NS}
Resíduo 2	24	13,48	3,75	0,019	57,37
Total	47				
CV 1		9,77	12,05	2,62	7,84
CV 2		7,86	8,96	3,47	5,71

* Significativo ao nível de 5 % pelo teste F; ^{NS} Não Significativo.

As análises de variâncias para o ganho total no período de estudo mostram que somente os tratamentos de lâminas de irrigação apresentaram diferença significativa para todas as características de crescimento avaliadas.

Nas Figuras 3 e 4 nota-se o comportamento das características avaliadas em função das porcentagens da ECA-Precipitação aplicadas, bem como as equações ajustadas e seus respectivos coeficientes de determinação.

Verifica-se também que todas as características avaliadas apresentaram maior crescimento para os tratamentos irrigados, quando comparados aos não irrigados, mostrando que a irrigação proporcionou incremento ao crescimento das plantas.

As características altura da planta e número de internódios apresentaram um aumento linear do ganho à medida que se aumentou a lâmina de irrigação aplicada, mostrando ter havido influência da quantidade de água aplicada sobre o crescimento das plantas, para valores de lâminas dentro da faixa testada (0% à 120%) (Figura 3). Comportamento semelhante é apresentado, na Figura 4, pela característica diâmetro da copa.

A característica diâmetro do ramo ortotrópico também apresentou aumento de ganho à medida que se aumentou a lâmina de água aplicada, porém esta relação se deu em forma “quadrática” (Figura 4). Observa-se, ainda pela Figura 4, uma tendência de estabilização dos valores de ganho total da característica diâmetro do ramo ortotrópico para valores de lâmina acima de 80% de ECA, sendo que o ponto de máximo ganho pela equação ajustada equivale a uma lâmina de 110% de ECA. Isto mostra que a influência da quantidade de água aplicada sobre o crescimento desta característica, para a faixa de lâminas testadas, diminui à medida que se aumenta a lâmina de irrigação.

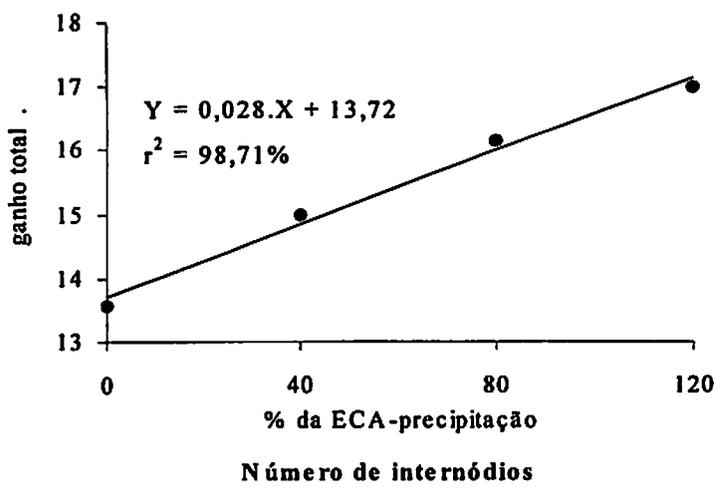
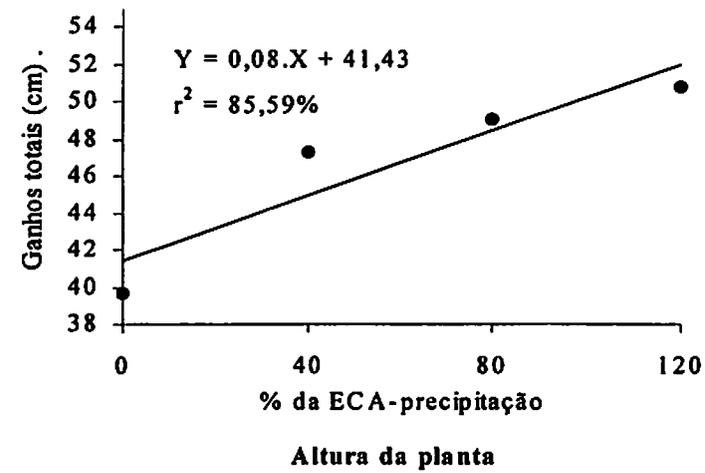


FIGURA 3: Curvas ajustadas do ganho total em função dos percentuais de ECA-precipitação aplicados no período de maio de 2002 a setembro de 2003 para as características altura da planta e número de internódios.

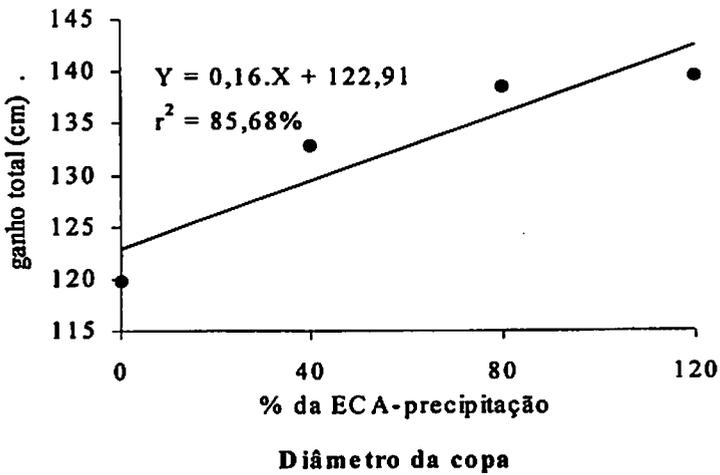
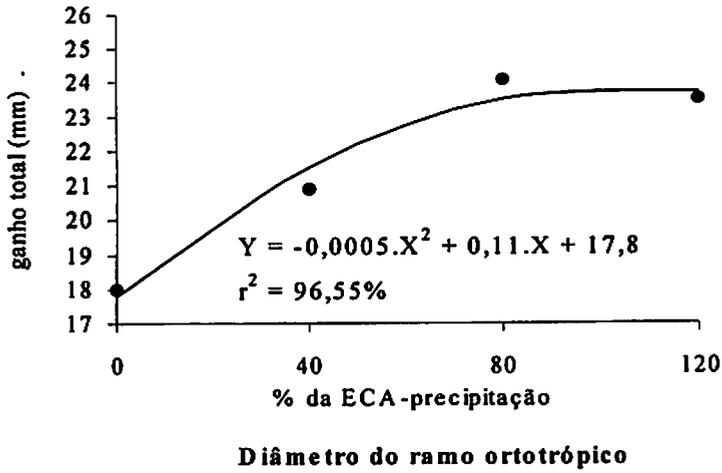


FIGURA 4: Curvas ajustadas do ganho total em função dos percentuais de ECA-precipitação aplicados no período de maio de 2002 a setembro de 2003 para as características diâmetro da copa e diâmetro do ramo ortotrópico .

Alves (1999) também verificou aumentos de valores das características diâmetro do ramo ortotrópico, diâmetro da copa e comprimento do primeiro ramo plagiotrópico à medida que se aumentou a lâmina de água aplicada.

Incrementos na altura das plantas também foram observados por Kobayashi & Nagao (1986) à medida que se aumentou o nível de irrigação.

Faria et al. (1999) também observaram um maior ganho da característica altura da planta para uma lâmina de 120% (ECA - Prec.) nesta mesma lavoura, aos 35 meses de idade.

Matiello & Dantas (1987) encontraram acréscimos de 41% no diâmetro da copa e de 39% na altura de cafeeiros da variedade Catuaí irrigados, quando comparados com os não irrigados.

Soares et al. (2000) observaram um aumento de 55% no número de internódios dos cafeeiros da variedade Catuaí irrigados, quando comparados com os não irrigados em experimento realizado na região de Viçosa-MG.

Os dados de ganhos totais mostram que para altura da planta, diâmetro do ramo ortotrópico, número de internódios e diâmetro da copa, a maior lâmina proporcionou ganhos maiores que os não irrigados na ordem de 23%, 33%, 24% e 15%, respectivamente (Figuras 3 e 4).

4.1.2 Ganho mensal médio nos diferentes períodos avaliados

As análises de variância para o ganho mensal médio das diferentes características avaliadas foram resumidas e são apresentadas na Tabela 10.

Pode-se ver que somente as lâminas de irrigação, os períodos e o desdobramento lâminas dentro de cada período apresentaram diferença significativa entre as médias, para todas as características avaliadas.

TABELA 10: Resumo das análises de variância para o ganho mensal médio das características: Altura da planta (AP), Diâmetro do ramo ortotrópico (DRO), Número de internódios (NI) e Diâmetro da copa (DC).

Fontes de variação	G.L.	Q.M.			
		AP	DRO	NI	DC
Bloco	3	1,68 ^{NS}	0,13 ^{NS}	0,01 ^{NS}	2,76 ^{NS}
Lâmina	3	11,45 *	3,42 *	0,30 *	14,97 *
Resíduo 1	9	0,84	0,25	0,04	1,45
Parcelamento	2	0,21 ^{NS}	0,07 ^{NS}	0,03 ^{NS}	1,64 ^{NS}
Lâm. X Parcel.	6	1,45 ^{NS}	0,31 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,80 ^{NS}
Resíduo 2	18	0,64	0,24	0,036	1,62
Períodos	5	89,87 *	16,40 *	2,15 *	326,68 *
Períod. X Lâm.	15	4,32 *	1,47 *	0,07 *	15,74 *
Períod. X Parcel.	10	0,58 ^{NS}	0,30 ^{NS}	0,05 ^{NS}	0,88 ^{NS}
Períod. X Lâm. X Parcel.	30	1,37 *	0,31 ^{NS}	0,02 ^{NS}	1,51 ^{NS}
Resíduo 3	186	0,74	0,39	0,03	1,41
Total	287				
CV 1		27,12	34,29	19,53	22,58
CV 2		23,67	34,21	17,34	23,80
CV 3		25,55	43,06	16,10	22,26

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F;

^{NS} - Não Significativo.

Os resultados da análise de regressão para os tratamentos de Lâminas de irrigação dentro de cada período avaliado são apresentados nas Figuras 5 e 6.

As diferenças de ganhos entre períodos já eram esperadas, visto que há significativas variações de temperatura e precipitação entre os diferentes períodos e esses fatores climáticos influenciam diretamente o crescimento das plantas, segundo Matiello et al. (1974) e Thomaziello et al. (1987).

Para as características altura da planta e diâmetro do ramo ortotrópico, há uma tendência de maiores ganhos no período inicial (Outono 1) e um decréscimo do ganho à medida que a planta se desenvolve.

Para todas as características avaliadas, observa-se um aumento do ganho mensal médio no período chuvoso (Primavera 1), refletindo uma grande influência da lâmina de água aplicada sobre o crescimento das plantas. O maior crescimento neste período também é resultante do aumento da temperatura e da fase fenológica (de expansão) em que a planta se encontra, com vegetação plena.

Com exceção do diâmetro da copa no Outono 2, todas as outras curvas das Figuras 5 e 6 apresentaram tendência de maiores ganhos à medida que se aumentou a lâmina de água, reforçando a hipótese de aumento do crescimento das plantas à medida que se aumenta a lâmina de irrigação.

Acredita-se que no Outono 1, a situação em que a planta se encontrava, tendo sido recepada a pouco tempo e não possuindo frutos, propiciou um maior crescimento; sendo assim, a condição de vegetação moderada que Camargo (1987) relata ocorrer nesta época para cafeeiros em produção (Tabela 1A) talvez não se aplique ao período logo após a recepa.

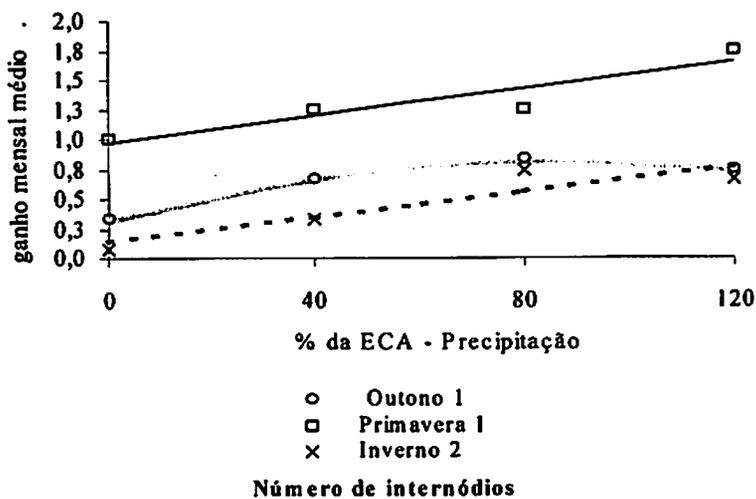
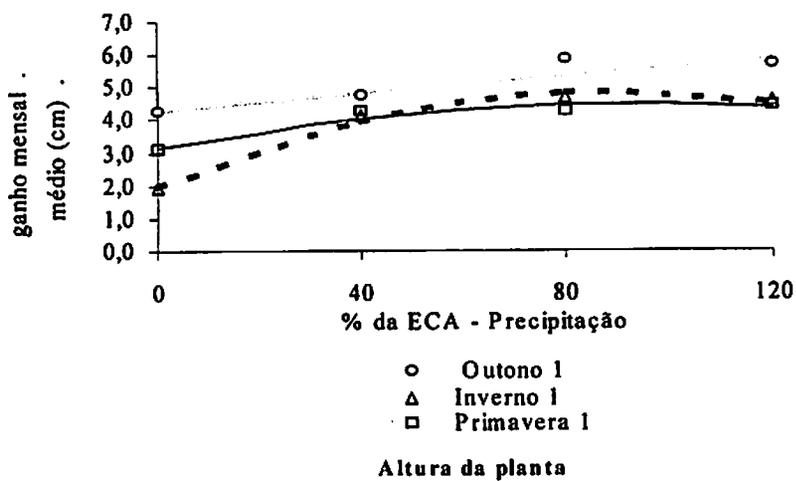


FIGURA 5: Curvas ajustadas do ganho mensal médio em função dos percentuais de ECA–Precipitação aplicados para as características altura da planta e número de internódios.

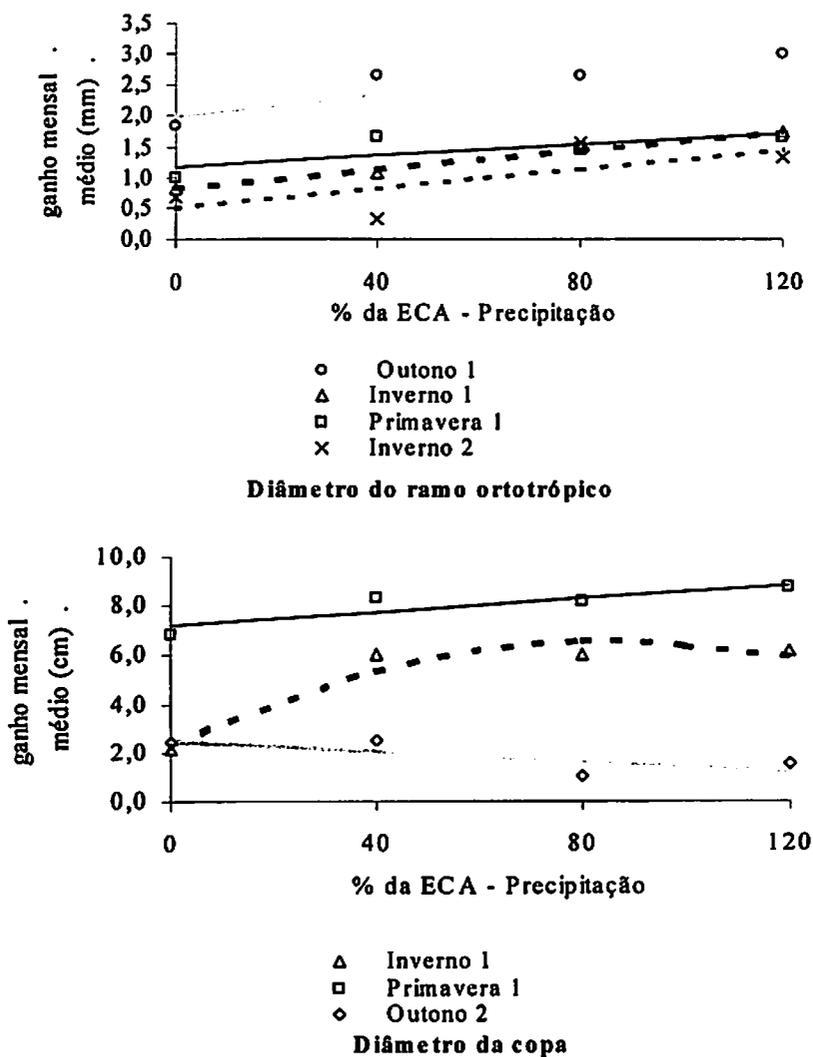


FIGURA 6: Curvas ajustadas do ganho mensal médio em função dos percentuais de ECA-Precipitação aplicados para as características diâmetro do ramo ortotrópico e diâmetro da copa.

As Equações ajustadas para as curvas de ganho mensal médio das características avaliadas nos diferentes períodos são apresentadas na Tabela 11, juntamente com seus respectivos coeficientes de determinação (r^2).

TABELA 11: Equações ajustadas das curvas de ganho mensal médio em função das lâminas aplicadas para as características avaliadas.

Característica	Período	Equação ajustada	r^2 (%)
Altura da planta	1	$G = 0,013.L + 4,32$	83,59*
	2	$G = -0,00036.L^2 + 0,065.L + 1,97$	98,65*
	3	$G = -0,00015.L^2 + 0,028.L + 3,15$	92,2*
Diâmetro do ramo ortotrópico	1	$G = 0,008.L + 2,01$	82,43*
	2	$G = 0,008.L + 0,81$	98,9*
	3	$G = 0,004.L + 1,18$	56,28*
	6	$G = 0,008.L + 0,49$	52,54*
Número de internódios	1	$G = -0,00006.L^2 + 0,011.L + 0,32$	99,76*
	3	$G = 0,005.L + 0,97$	85,26*
	6	$G = 0,0054.L + 0,13$	82,44*
Diâmetro da copa	2	$G = -0,00057.L^2 + 0,098.L + 2,36$	92,96*
	3	$G = 0,014.L + 7,18$	75,64*
	5	$G = -0,01.L + 2,47$	52,13*

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F;

G – ganho mensal médio; L – % da ECA-Precipitação.

Para melhor visualização do comportamento das plantas em relação às lâminas de água aplicadas nos diferentes períodos avaliados são apresentados, nas Figuras 7 e 8, os ganhos mensais médios observados durante todo o período de duração do experimento.

A partir do Verão 2 houve uma queda mais acentuada no crescimento das plantas, possivelmente devido a uma diminuição das reservas de

fotoassimilados, visto que as plantas neste período se encontravam em processo de enchimento dos grãos, os quais são considerados um forte dreno de fotoassimilados (Figuras 7 e 8). Apesar de não haver dados relativos ao período equivalente do ano anterior, pode-se dizer que fato semelhante não ocorreu nesta época, visto que no Outono 1 as plantas apresentaram valores bem elevados de crescimento.

No Verão 2 e Outono 2 houve uma aproximação entre as curvas das diferentes lâminas aplicadas para todas as características avaliadas, sendo que a lâmina de 0% apresentou ganhos iguais ou superiores às demais, mostrando não ter havido uma influência da irrigação sobre o crescimento das plantas nestes períodos. Este comportamento pode ser resultado da elevação da umidade do solo na Primavera 1 e Verão 2 devido às chuvas ocorridas nesta época, as quais acabam por reduzir a diferença de disponibilidade de água no solo entre os tratamentos de lâminas de irrigação. A influência do aumento da disponibilidade de água no solo sobre o crescimento das plantas parece se dar de maneira atrasada, sendo os efeitos das chuvas da Primavera 1 apresentados no Verão 2 e os efeitos das chuvas do Verão 2 apresentados no Outono 2.

A diminuição do crescimento observada para todas as características no Outono 2 pode ser atribuída à queda de temperatura ocorrida a partir do mês de abril de 2003, levando a uma condição de vegetação moderada, segundo Camargo (1987) Tabela (1A).

No Outono 1, a lâmina de 80% apresentou maiores ganhos em relação às lâminas 0% e 40% para as características altura da planta e número de internódios, porém estes ganhos foram relativamente iguais aos apresentados pela lâmina de 120% (Figura 7).

Para a característica diâmetro do ramo ortotrópico, a lâmina de 120% foi a que apresentou os maiores ganhos no Outono 1 (Figura 8).

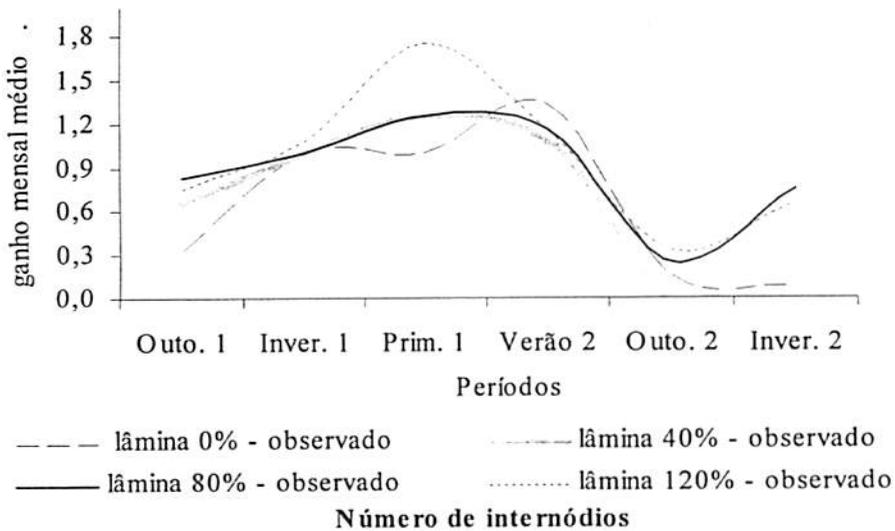
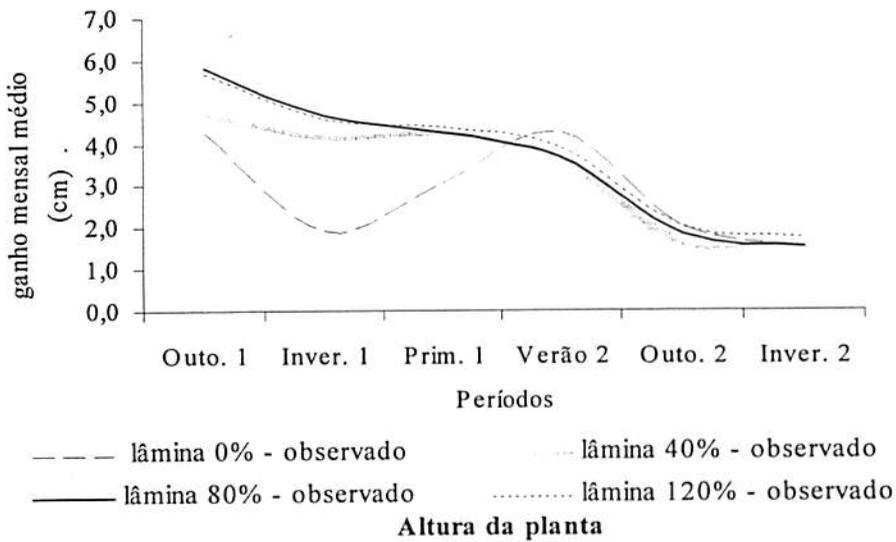


FIGURA 7: Ganho mensal médio observado para as características altura da planta e número de internódios nos diferentes períodos para as Lâminas de água aplicadas.

levaram as lâminas de 80% e 120% a apresentarem crescimento igual ou superior às lâminas 0% e 40% (Figuras 7 e 8).

No primeiro ano após a recepa, mesmo no períodos em que ocorre queda da temperatura (Outono 1 e Inverno 1) e conseqüente vegetação moderada a fraca, os tratamentos irrigados apresentam crescimento superior aos não irrigados; fato semelhante não ocorreu a partir do segundo ano após a recepa. Este comportamento mostra que a irrigação no primeiro ano traz significativos aumentos no crescimento do cafeeiro recepado.

4.1.3 Produção

O resumo da análise de variância para os dados de produção (em litros de “café da roça”) é apresentado na Tabela 12.

Por esta Tabela, verifica-se que somente a fonte de variação “lâminas de irrigação” apresentou diferença significativa para a produção, considerando o nível de 5 % de probabilidade.

TABELA 12: Resumo da análise de variância para produção do experimento 1.

Fontes de variação	G.L.	Q.M.
Bloco	3	4,24 ^{NS}
Lâmina	3	353,99 *
Resíduo 1	9	12,67
Parcelamento	2	1,82 ^{NS}
Lâm. X Parcel.	6	12,71 ^{NS}
Resíduo 2	24	19,64
Total	47	
CV 1		21,25
CV 2		26,46

Significativo ao nível de 5 % pelo teste F; ^{NS} - Não Significativo.

Na Figura 9 são apresentados os resultados da análise de regressão para produção em função das lâminas de irrigação aplicadas.

As plantas irrigadas apresentaram uma maior produção quando comparadas às não irrigadas e o acréscimo de produção variou de forma quadrática em relação às lâminas de água aplicadas (Figura 9).

Nota-se uma tendência de aumento da produção à medida que se aumenta a lâmina de irrigação, sendo que, para valores de lâminas acima de 80%, há uma tendência de estabilização dos ganhos de produção.

A partir da equação de regressão para produção, verifica-se que a lâmina de 120% de ECA apresenta uma produção média de 21,24 litros de café da roça (para 72 plantas) contra 9,24 litros de café da roça para o tratamento sem irrigação, mostrando que a utilização da irrigação proporcionou um aumento de produção de 130% (para a primeira safra após a recepa).

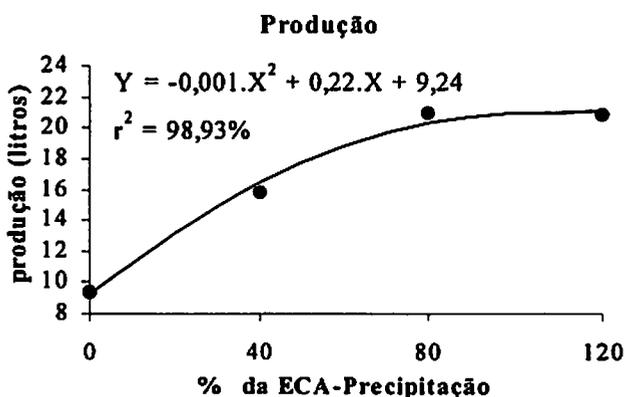


FIGURA 9: Valores de produção em litros de “café da roça” em função das porcentagens da ECA-Precipitação.

Incrementos no crescimento e produção do cafeeiro devidos à irrigação também foram observados por Matiello & Dantas (1987) quando constataram que as características de produção e crescimento da parte aérea (diâmetro de copa e altura da planta) foram bastante superiores nos cafeeiros irrigados, com acréscimo de 49% na produtividade, 41% no diâmetro de copa e 39% na altura das plantas.

Apesar do aumento de produção obtido com a irrigação, os valores colhidos são relativamente baixos, o que pode levar à situação em que a renda obtida com a produção não cobre o custo da colheita. Desta forma, uma avaliação dos custos é necessária, nesta situação, para se optar por colher ou não esta safra; em caso de se optar por não colher a safra, será necessária ainda a aplicação de produtos que impeçam o ataque da “broca do café” no ano seguinte.

4.2 Experimento 2: Épocas de irrigação

Os resultados das análises do experimento 2 para ganho total e produção são apresentados a seguir.

4.2.1 Ganho total

Na Tabela 13 é apresentado o resumo das análises de variância para as características avaliadas.

Nesta Tabela observa-se que a fonte de variação “época” não apresentou diferença significativa nas características altura da planta, diâmetro do ramo ortotrópico, número de internódios e diâmetro da copa, mostrando que a irrigação realizada somente nas épocas propostas não proporcionou diferenças nos ganhos de crescimento das plantas. Uma provável causa deste

comportamento é o fato de, ao se utilizar irrigação localizada no cafeeiro, o sistema radicular se concentrar na região do bulbo molhado. Desta forma, no período relativo à época de irrigação, as raízes encontram água facilmente disponível; porém, no restante do ano a planta não encontra a quantidade de água necessária ao seu crescimento na região do bulbo molhado e não possui um sistema radicular desenvolvido o suficiente para buscar água a profundidades maiores, sendo, desta forma, submetida à deficiência hídrica.

TABELA 13: Resumo das análises de variância para ganhos totais das características: Altura da planta (AP), diâmetro do ramo ortotrópico (DRO), número de internódios (NI) e diâmetro da copa (DC).

Fontes de variação	G.L.	Q.M.			
		AP	DRO	NI	DC
Bloco	3	18,15 ^{NS}	12,77 ^{NS}	0,27 ^{NS}	86,15 ^{NS}
Época	5	18,54 ^{NS}	7,36 ^{NS}	87,71 ^{NS}	138,74 ^{NS}
Resíduo	15	35,05	6,01	0,26	106,25
Total	23				
CV 1		14,11	13,75	12,34	8,49

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F;

^{NS} - Não Significativo.

4.2.2 Produção

Os dados de produção foram submetidos à análise de variância, sendo o resumo da mesma apresentado na Tabela 14.

Pelo resumo da análise de variância verifica-se que a fonte de variação “épocas” não apresentou diferença significativa para a produção, mostrando que

nenhuma das épocas de irrigação proporcionou ganhos maiores que o tratamento sem irrigação.

TABELA 14: Resumo da análise de variância para produção do experimento 2

Fontes de variação	G.L.	Q.M.
Bloco	3	56,56
Época	5	100,09 ^{NS}
Resíduo	15	30,75
Total	23	
CV 1		48,41

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F;

^{NS} - Não Significativo.

Todos os tratamentos irrigados o ano inteiro (Experimento 1) apresentaram crescimento superior aos não irrigados, enquanto os tratamentos irrigados somente em determinadas épocas do ano (Experimento 2) apresentaram crescimento inferior aos não irrigados, reforçando, assim, a hipótese de que, nos tratamentos de época, há uma concentração do sistema radicular na região do bulbo molhado e que, posteriormente à época de irrigação, a planta não consegue buscar água em profundidades maiores, apresentando deficiência hídrica.

4.3 Considerações finais

Apesar da lâmina de 120% de ECA ter apresentado os maiores ganhos de crescimento e produção, torna-se necessário lembrar que as curvas de ganhos apresentam uma tendência de crescimento para lâminas superiores a 120% de ECA, sendo, portanto, necessárias mais pesquisas abrangendo lâminas maiores e também o custo-benefício da utilização destas lâminas de irrigação.

Ao se utilizar o plantio adensado com irrigação, é necessário observar que o intervalo entre podas será menor, pois o comportamento do cafeeiro (com relação ao crescimento) é influenciado pela irrigação.

5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- O crescimento do cafeeiro recepado aumenta à medida que se aumenta a lâmina de irrigação.
- A lâmina de 120 % de ECA apresenta os maiores ganhos de crescimento e produção.
- O parcelamento da adubação não proporciona variações do crescimento e da produção do cafeeiro após a recepa.
- A irrigação do cafeeiro após a recepa somente nas épocas utilizadas no experimento 2, não proporcionou aumentos de crescimento e produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. Anuário estatístico do café. São Paulo, 2003. p. 215-242.
- ALVES, M. E. B. Resposta do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) a diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação. 1999. 94 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; MELO, F. de B.; CARDOSO, M. J.; FRIZZONE, J. A. Níveis de irrigação por gotejamento em melancia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. Anais... Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 1-3.
- ARAÚJO, J. A. C. de. Análise do comportamento de uma população de café Icatú (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 de Lavras, Lavras, MG
- BONOMO, R.; MANTOVANI, E. C.; SOUZA, L. O. de. C.; SOARES, A. A. Uniformidade de aplicação de água em sistemas de irrigação pressurizados utilizados na cafeicultura irrigada em áreas de cerrado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 1., 1998, Araguari. Palestras e Resumos... Uberlândia: UFU/DEAGO, 1998. p. 79-83.
- CABELLO, P. F. Riegos localizados de alta frecuencia (RLFA), goteo, microaspersión, exudación. Madrid – Espanã: Mundi-Prensa, 1987. 461 p.
- 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. O clima e a cafeicultura no Brasil. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p. 13-26, 1985.

CASTRO NETO, P.; VILELA, E. de A. Veranico: Um problema de seca no período chuvoso. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 59-62, jun. 1986

COSTA, E. F.; FRANÇA, G. E.; ALVES, V. M. C. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 139, p. 63-68, jul. 1986.

CUNHA, R. L. da. **Efeito da época, altura de poda e adubação foliar na recuperação de cafeeiros (*Coffea arábica* L.) depauperados**. 1997. 51 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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. **Anais...** Uberlândia: UFU/ICIAG, 2002. p. 52-57.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FARIA, M. A. de; GERVÁSIO, E. S.; ANDRADE NETO A. de; FERREIRA, M. A.; PEZZO, A. M. Crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Topázio) quando submetido a diferentes lâminas de irrigação e parcelamento de nitrogênio e potássio, em Lavras-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 1999. n. 527. CD-ROM.

FARIA, M. A.; REZENDE, F. C. **Irrigação na cafeicultura**. Lavras: UFLA / FAEPE, 1998. p. 110.

FARIA, R. T. de; SIQUEIRA, R. Crescimento e produção de cafeeiro e culturas intercalares, sob diferentes regimes hídricos. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8., 1988, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABID, 1988. p. 41-64.

FREIRE, A. C. F.; MIGUEL, A. E. Disponibilidade diária de água no solo, no período de 1974 a 1984 e seus reflexos na granação, qualidade e rendimento do café, nos anos de 1983 e 1984, na região de Varginha-MG. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11., 1984, Londrina. **Anais...** Florianópolis: IBC, 1984. p. 113-114.

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

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

GOPAL, N. H. **Some physiological factors to be considered for stabilization of arábica coffee production in South Índia.** *Indian Coffe*, Bangalore, v. 38, n. 8, p. 217-221, Aug. 1974.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. **Cafeicultura.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. p. 317.

JARAMILO, R.; VALENCIA, G. **Los elementos climáticos y el desarrollo de *Coffea arabica* L. em Chinchiná.** *Cenicafe, chinchiná*, v. 3, p. 68-69, 1980.

JUNQUEIRA, A. M. R.; OLIVEIRA, C. A. da S.; VALADÃO, L. T. **Fabricação “caseira” de tensiômetros de boa performance e baixo custo.** CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 253-255.

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, MG.

KOBAYASHI, K. D.; NAGAO, M. A. **Irrigation effects on vegetative growth of coffee.** *Hort Science*, Alexandria, v. 21, n. 3, p. 533, June 1986. Supplement, 1.

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

MATIELLO, J. B.; DANTAS, S. F. de A. de. **Desenvolvimento do sistema radicular do cafeeiro, com e sem irrigação, Brejão (PE).** In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14., 1987, Campinas. Resumos... Campinas: IBC, 1987. p. 165.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Plantio e formação da lavoura cafeeira**. Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. 40 p. (Curso de Especialização Pós-Graduação "Lato Sensu" por tutoria a distância: Cafeicultura Empresarial).

MIGUEL, A. E.; OLIVEIRA, J. A.; MATIELLO, J. B.; FIORAVANTE, N.; FREIRE, A. C. F. Efeitos dos diferentes tipos de podas na morte de raízes do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11., 1984, Londrina. Resumos... Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1984. p. 240-241.

NAKAYAMA, F. S., (ed.); BUCKS, D. A. **Trickle irrigation for crop production: design, operation and management**. Amsterdam: Elsevier, 1986. 383 p. (Developments in agricultural engineering ; no.9).

OLLITA, A. F. L. **Os métodos de Irrigação**. São Paulo: Livraria Nobel, 1981. 267 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 Fósforo, 1986. p. 13-85.

RENA, A. B.; NACIF, A. P.; GUIMARÃES, P. T. G.; PEREIRA, A. A. Fisiologia do cafeeiro sob plantios adensados. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE O CAFÉ ADENSADO, 1994, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1994. p. 71-85.

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 CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá. Resumos.... Maringá: IBC, 1989a. p. 198-204.

SANTINATO, R.; GONZAGA, A.; NEVES, C. P.; SENNA, C. A.; SILVA, A. A. Modo de adubação NK no cafeeiro irrigado por gotejamento em regiões com déficit hídrico limitante à cultura de *Coffea arabica*: fase de formação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Trabalhos Apresentados...** Maringá: IBC, 1989b. p. 225-227.

SNOECK, J. Essai d'irrigation du caféier Robusta. **Café Cacao Thé**, Paris, v. 21, n. 2, p. 111-128, avr./juin. 1977.

SOARES, A. R.; MANTOVANI, E. C.; RENA, A. B.; SOARES, A. A.; BONOMO, R. Estudo comparativo de fontes de nitrogênio e potássio empregados na fertirrigação do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas - MG. **Resumos Expandidos...** Brasília: Embrapa café, 2000. v. 2, p. 852-855.

SOUSA, V. F.; SOUSA, A. de P. Fertirrigação tipos e seleção de produtos, aplicação e manejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., 1993, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: SBEA, 1993. v. 4, p. 2529-2538.

THOMAZIELLO, R. A.; OLIVEIRA, E. G. de.; TOLEDO FILHO, J. A. de.; COSTA, T. E. da. **Cultura do café**. Campinas: CATI, 1987. 77 p. (CATI. Boletim Técnico, 193).

THORNTHWAIT, C. W. An approach toward a regional classification of climate. **Geographical Review**, New York, v. 38, p. 55-94, 1948.

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, MG.

VITTI, G. C.; BOARETO, A. E. **Fertilizantes líquidos**. Piracicaba: Potafos, 1994. p. 261-281. Simpósio Brasileiro de Fertilizantes, 1993.

ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A	Ciclo Fenológico do Cafeeiro arábica para as condições do Brasil segundo Camargo (1987)..... 59

TABELA 1 A - Ciclo Fenológico do cafeeiro arábica para as condições do Brasil

Meses	J F M	A M J	J A S	O N D
Estações	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Vegetação	Plena	Moderada	Fraca	Plena
Fases fenológicas	2ª Granação	3ª Maturação Abotoamento	4ª Dormência	1ª Expansão
Irrigação	Sim	Sim	Não	Sim

Transcrito de Camargo (1987)

ANEXO B

Página

FIGURA 1B	Valores médios mensais de Temperaturas máxima, mínima e média registradas durante o ano de 2002.....	61
FIGURA 2B	Valores médios mensais de Temperaturas máxima, mínima e média registradas durante o ano de 2003.....	62
FIGURA 3B	Valores totais mensais de ECA e Precipitação registradas de maio de 2002 até setembro de 2003.....	62

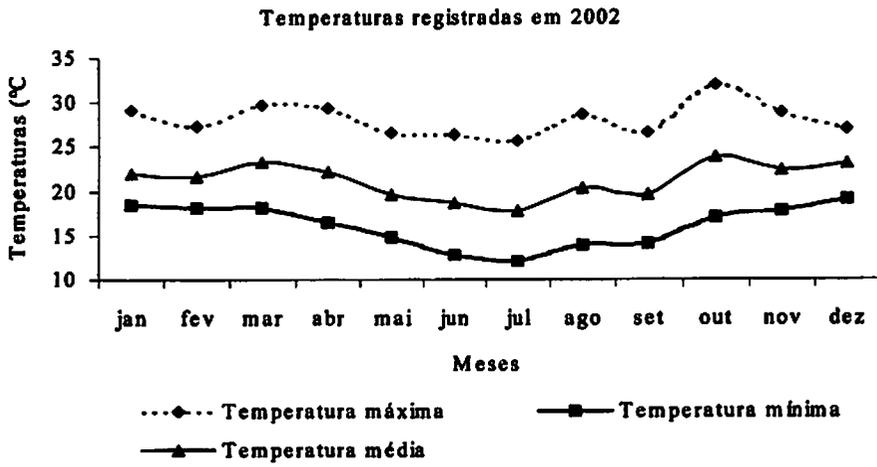


FIGURA 1 B: Valores médios mensais de Temperaturas máxima, mínima e média registradas durante o ano de 2002.

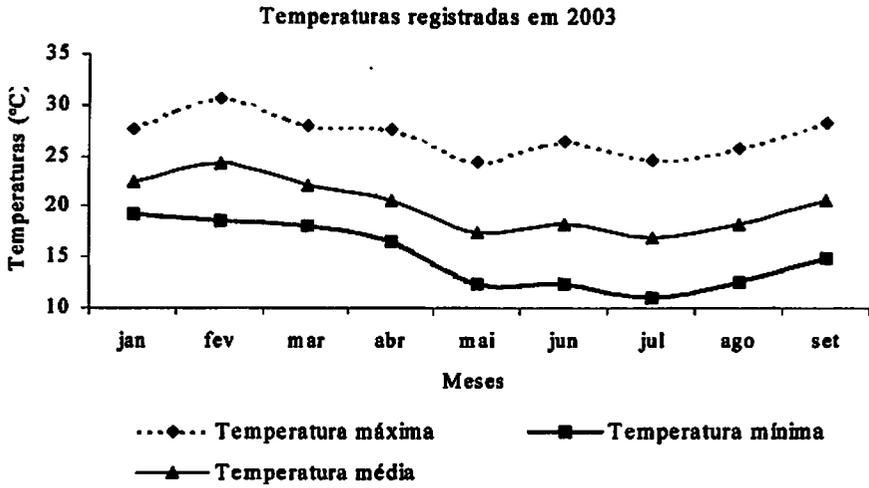


FIGURA 2 B: Valores médios mensais de Temperaturas máxima, mínima e média registradas durante o ano de 2003.

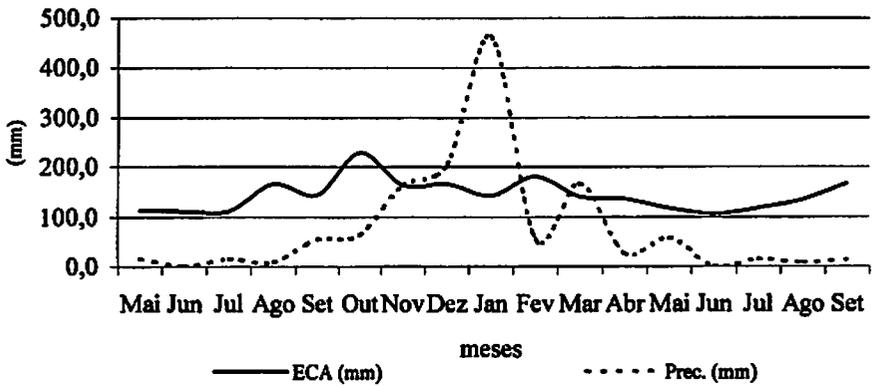


FIGURA 3 B: Valores totais mensais de ECA e Precipitação registradas de maio de 2002 até setembro de 2003.

