



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E
PARCELAMENTOS DE ADUBAÇÃO NO
CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE E
QUALIDADE DOS GRÃOS DO CAFEIRO
(*Coffea arabica* L.)**

WAGNER MARTINS DA CUNHA VILELLA

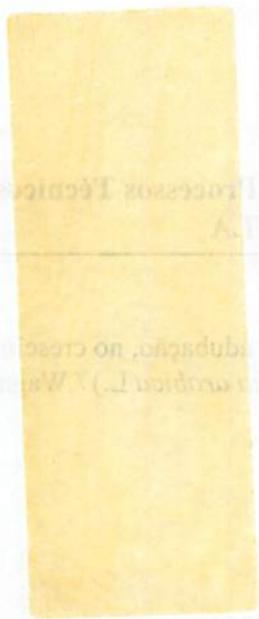
2001

51648

MF. 36467

WAGNER MARTINS DA CUNHA VILELLA

**DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E
PARCELAMENTOS DE ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO,
PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DOS GRÃOS DO
CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.)**



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

2001

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

Vilella, Wagner Martins da Cunha

Diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação, no crescimento, produtividade e qualidade dos grãos, do cafeeiro (*coffea arabica* L.) / Wagner Martins da Cunha Vilella. -- Lavras : UFLA, 2001.

96p. : il.

Orientador: Manoel Alves de Faria.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. café. 2. Irrigação. 3. Fertirrigação. 4. Crescimento. 5. Produtividade. 6. Qualidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.7387

WAGNER MARTINS DA CUNHA VILELLA

**DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E
PARCELAMENTOS DE ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO,
PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DOS GRÃOS DO
CAFEIRO (*Coffea arabica* L.)**

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".

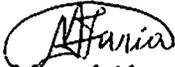
APROVADA em 15 de março de 2001

Prof. Dr. Antonio Evaldo Klar

UNESP/FCA-Botucatu

Prof. Dr. Rubens José Guimarães

UFLA


Prof. Dr. Manoel Alves de Faria
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

A Deus

por me dar forças para prosseguir nesta caminhada;

À minha família

Pelo amor e apoio nos momentos difíceis;

À UFLA

Pelo acolhimento;

Ao Prof. Manoel

Pelo conhecimento passado;

OFEREÇO

**A todos os amigos que, de uma forma ou de outra sempre estarão
presentes na minha vida;**

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por me permitir seguir um caminho previamente escolhido.

À Universidade Federal de Lavras pelo conhecimento adquirido.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa & Desenvolvimento do Café (CBP&DC) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), que financiaram este projeto.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão da bolsa que me permitiu prosseguir os estudos.

Ao Departamento de Engenharia, que me fez novamente acreditar no potencial do curso em que me formei.

Aos amigos do passado e do presente, os quais espero ter também no futuro

Aos companheiros de projeto pelo auxílio e tolerância.

Aos funcionários e amigos do Laboratório de Hidráulica pela sempre importante ajuda cedida.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para que fosse possível a realização deste sonho.

BIOGRAFIA

Wagner Martins da Cunha Vilella, filho de Gabriel da Cunha Vilella (*in memoriam*) e Izabel Martins Vilella, nasceu em Mendonça, Estado de São Paulo, em 24 de maio de 1969.

Graduou-se em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras, UFLA, em maio de 1999, na qual, durante 2 anos e meio, foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq, desenvolvendo trabalhos nas áreas de irrigação em cafeeiros e qualidade de água.

Em maio de 1999, ingressou no Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem, com orientação do Prof. Dr. Manoel Alves de Faria.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 O cafeeiro e sua importância econômica.....	4
2.2 A cultivar Acaiá MG-1474.....	5
2.3 Irrigação.....	6
2.4 Irrigação localizada: gotejamento.....	7
2.5 Controle da irrigação.....	9
2.6 Necessidade de irrigação do cafeeiro	12
2.7 Crescimento do cafeeiro irrigado	14
2.8 Produtividade do cafeeiro irrigado	16
2.9 Manejo da irrigação no cafeeiro	17
2.10 Fertirrigação do cafeeiro	19
2.11 Qualidade do café.....	21
2.12 Colheita e secagem do café.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Observação.....	25
3.2 Área experimental	25
3.3 Cultura	25
3.4 Delineamento experimental.....	26
3.5 Sistema e manejo da irrigação.....	27
3.6 Fertirrigação.....	30
3.7 Colheita e secagem do café.....	31
3.8 Características avaliadas	32
3.8.1 Características de crescimento avaliadas nas plantas.....	32

3.8.2 Produtividade e rendimento.....	34
3.8.3 Qualidade do café.....	35
3.8.4 Monitoramento da umidade.....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 Dotação hídrica	37
4.2 Crescimento do cafeeiro.....	41
4.2.1 Diâmetro do caule	42
4.2.2 Altura das plantas.....	44
4.2.3 Diâmetro da copa	47
4.2.4 Número de ramos plagiotrópicos primários.....	49
4.2.5 Comprimento dos ramos plagiotrópicos primários.....	50
4.2.6 Número de internódios nos ramos plagiotrópicos primários	53
4.2.7 Número de ramificações secundárias nos ramos plagiotrópicos primários.....	55
4.2.8 Épocas de irrigação	57
4.2.9 Considerações sobre o crescimento do cafeeiro	59
4.3 Produtividade e rendimento	63
4.3.1 Produtividade do cafeeiro na safra 1999/2000, em litros/planta.....	63
4.3.2 Rendimento obtido na safra 1999/2000.....	66
4.3.3 Produtividade do cafeeiro na safra 1999/2000, em sacas de 60kg de café beneficiado/ hectare	68
4.3.4 Produtividade acumulada das safras 1998/1999 e 1999/2000, em sacas de 60kg de café beneficiado/hectare	72
4.3.5 Épocas de irrigação	76
4.3.6 Considerações sobre a produtividade do cafeeiro.....	77
4.4 Qualidade do café	78
4.4.1 Qualidade da bebida do café	78
4.4.2 Separação por peneiras.....	80

4.4.3 Épocas de irrigação	82
4.5 Monitoramento da umidade	84
5 CONCLUSÕES	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89

RESUMO

VILELLA, Wagner Martins da Cunha. **Diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação no crescimento, produtividade e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: UFLA, 2001. 96p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem)*

Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da aplicação de diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação via água de irrigação sobre o crescimento, a produtividade e a qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaiaí MG-1474, em experimento localizado no campus da UFLA em Lavras, MG. Utilizando irrigação por gotejamento, foram testadas 5 diferentes lâminas de irrigação e 3 diferentes parcelamentos de adubação. Os seguintes tratamentos de lâmina de irrigação foram testados: L₁, L₂, L₃ e L₄, que correspondiam, respectivamente, a 100%, 80%, 60% e 40% da evaporação do tanque Classe A (ECA). O tratamento L₀ (testemunha) não recebia nenhum tipo de irrigação suplementar. A dosagem recomendada de adubos foi igual em todos os tratamentos, sendo parcelada em 3, 6 e 9 vezes, entre os meses de outubro e março de cada ano. Dentro das avaliações de crescimento, os tratamentos de lâmina influenciaram significativamente o diâmetro de caule, altura das plantas, diâmetro de copa, comprimento dos ramos plagiotrópicos e número de internódios nos ramos plagiotrópicos, sendo que L₁ proporcionou o maior e L₀ o menor índice de crescimento destas características. O parcelamento da adubação só influenciou o comprimento dos ramos plagiotrópicos, sendo que a aplicação em 9 parcelamentos foi a que obteve os melhores resultados nesta característica. A altura das plantas foi influenciada pela interação entre os tratamentos, sendo que a divisão da adubação em 9 parcelamentos surtiu o melhor efeito em L₀ e L₂. O número de ramos plagiotrópicos e o número de ramificações secundárias nos plagiotrópicos não sofreram influência de nenhum tratamento aplicado. A produtividade analisada em todas as suas formas apresentou sensíveis acréscimos nos tratamentos irrigados comparativamente ao não irrigado, chegando ao final de duas safras com um incremento médio da ordem de 93,12% em L₁; 71,80% em L₂; 64,61% em L₃ e 46,65% em L₄, mostrando claramente, até o momento, proporcionalidade entre os níveis de água aplicados e produtividade. Os parcelamentos de adubação, isoladamente, não produziram efeito significativo sobre a produtividade; porém, interagindo com o tratamento

* Comitê Orientador: Manoel Alves de Faria - UFLA (Orientador), Paulo Tácito Gontijo Guimarães - EPAMIG.

L₁, mostraram que a divisão em 3 ou 9 parcelamentos é melhor quando se utiliza a reposição de água equivalente a 100% da ECA. As análises de bebida do café demonstraram que a utilização de diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação não interferiram em sua qualidade. Na separação por peneiras, pôde-se observar a melhor granação dos frutos provenientes dos tratamentos irrigados em relação aos não irrigados.

ABSTRACT

VILELLA, Wagner Martins da Cunha. Different irrigation depths and fertilization splitting on the growth, yield and quality of the beans of the coffee tree (*Coffea arabica* L.). Lavras: UFLA, 2001. 96p. (Dissertation – Master in Agricultural Engineering/Irrigation and Drainage)*

This study aimed to evaluate the effects of the application of different irrigation heights and fertilization splittings via irrigation water on the growth, yield and quality of the beans of the coffee tree (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474 in an experiment situated on UFLA campus in Lavras, MG, Brazil. By using drip irrigation, 5 different irrigation depths and three different fertilization splittings were tested. The following treatments of irrigation were tested: L₁, L₂, L₃ and L₄, which corresponded respectively to 100%, 80%, 60% and 40% of the evaporation of Class A pan (ECA). Treatment L₀ (check) was given no sort of supplementar irrigation. The recommended dosage of fertilizers was equal in every treatment, its being split into 3, 6 and 9 times and applied from October to March. Out of the growth evaluations, the irrigation treatments significantly influenced stem diameter, plant height, crown diameter, length of the plagiotropic branches and number of internodes on the plagiotropic branches, being that L₁ provided the greatest and L₀ the lowest growth index of these characteristics. Fertilizer splitting influenced only the length of de plagiotropic branches, being that, the application in 9 splittings was the one which obtained the best results for this characteristic. Plant height was influenced by the interation among the treatments, the splitting of the fertilization into 9 caused the best effect on L₀ and L₂. The number of plagiotropic branches and number of secondary branchings on the plagiotropic ones did not under go influence of any treatment applied. The yield analysed in all its forms presented marked increases in the irrigated treatments as compared with the non-irrigated one, reaching at the end of two crops with an average increase of the order of 93.12% in L₁, 71.80% in L₂, 64.61% in L₃ and 46.65% in L₄, showing clearly up to now, proportionality between the water levels applied and yield. Fertilization splittings, singly, did not yield any significant effect on yield but interacting with treatment L₁, it showed that the splitting into 3 or 9 times is better when the replacement of water equivalent to 100% of the ECA. The analyses of coffee beverage showed that use of different irrigation depths and fertilization splittings

* Guidance Committee: Manoel Alves de Faria - UFLA (Major Professor), Paulo Tácito Gontijo Guimarães - EPAMIG.

did not influence its quality. In the sieving, the best bean-set of the fruits from the irrigated treatments relative of the non-irrigated ones may be observed.

1 INTRODUÇÃO

O interesse dos produtores brasileiros pela cafeicultura remonta ao século passado. Entre 1987 e 1998, a produção brasileira de café superou, em média, 25% do total produzido no mundo, representando, no ano de 1998, 5,1% do total de exportações feitas por nosso país (EMBRAPA, 2001).

O setor da produção, cafeeira no Brasil, é representado por aproximadamente 320.000 propriedades cafeeiras, na sua maioria pequenas propriedades (até 10 hectares), constituído por um parque cafeeiro ao redor de 3,6 bilhões de covas implantadas, em uma área de 2,2 milhões de hectares, distribuídos em vários estados brasileiros, abrangendo 1.980 municípios cafeeicultores (Associação..., 2001).

O Estado de Minas Gerais já a alguns anos destaca-se como o maior produtor brasileiro de café, mantendo uma média em torno de 50% de toda a produção nacional. A região Sul de Minas, por sua vez, produz metade do café do Estado, sendo que praticamente 100% de seu parque cafeeiro é formado pela espécie *Coffea arabica* L. (Mendes e Guimarães, 1997 e Ribeiro et al., 1998).

A implantação de sistemas de irrigação em lavouras, no Brasil, é causa de muitas dúvidas entre os produtores que utilizam esta técnica, principalmente no que tange o melhor manejo a ser adotado, a fim de que a cultura possa lhe fornecer o melhor rendimento. Vários trabalhos direcionados para diversas culturas de importância econômica são desenvolvidos anualmente em instituições de pesquisa do país; porém, infelizmente, a grande maioria dos resultados destes trabalhos não chega a quem realmente interessa, ou seja, os produtores agrícolas brasileiros.

A irrigação de cafeeiros já é utilizada no Brasil a alguns anos, porém, durante um longo período, ficou restrita a regiões consideradas inaptas ou

marginais, pluviométricamente, ao cultivo do café. Como exemplo podem ser citadas as regiões do Cerrado Mineiro e Oeste da Bahia. No entanto, os veranicos e os longos períodos de estiagem observados nos últimos anos nas principais regiões cafeeiras do país, consideradas aptas a este cultivo, estão causando um grande prejuízo aos cafeicultores, tanto com relação à produtividade quanto à qualidade de seu produto. O que se tem observado, por parte dos produtores, é uma intensa procura por novas técnicas para solucionar ou minimizar o problema. Na região Sul de Minas, a procura por projetos de irrigação voltados à cafeicultura foi tão grande, nos últimos anos, que várias empresas nacionais e internacionais se instalaram na região para suprir esta demanda por novos projetos.

Ainda são poucas as informações acerca dos benefícios da irrigação em cafeeiros nesta região. A maioria de nossos cafeicultores são levados a adquirir sistemas de irrigação por indicação de outros cafeicultores ou das empresas que os comercializam.

São poucas, também, as informações confiáveis sobre qual o melhor manejo da água e do equipamento de irrigação a serem adotados na cafeicultura, sem as quais dificilmente o produtor aproveitará todo o potencial que este investimento poderia lhe proporcionar.

Trabalhos desenvolvidos por Gervásio (1998) e Alves (1999) já nos dão indícios dos benefícios da irrigação e de uma metodologia de manejo a seguir, porém enfocam, no máximo, até a primeira produção do cafeeiro. Este, que aqui é exposto, enfoca até a segunda produção, fornecendo novos dados de interesse.

O que deve ficar claro é a necessidade de continuidade destes trabalhos, pois somente com vários anos de acompanhamento destes experimentos, poder-se-á afirmar com exatidão os reais benefícios da irrigação na cafeicultura e a melhor maneira de manejar estes sistemas. Os dados apresentados neste

trabalho, assim como no de Alves (1999), indicam um caminho a seguir, porém, ainda há muito o que pesquisar.

Neste trabalho, consideraram-se as hipóteses de que a irrigação promoveria um maior crescimento dos cafeeiros e, com isso, um aumento significativo de produtividade, e de que a aplicação de fertilizantes via água de irrigação em um maior número de parcelamentos aumentaria a eficiência destes produtos. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos da adubação no crescimento, produtividade e qualidade dos grãos do cafeeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O cafeeiro e sua importância econômica

Dentre as espécies de café, *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre ex Froehner são as únicas que têm seu produto comercial cotado internacionalmente, sendo comumente designadas por 'Café Arábica' e 'Café Robusta', respectivamente (Mendes e Guimarães, 1996).

A espécie *Coffea arabica* L. é de grande significação econômica para as regiões que a cultivam, especialmente as Américas, uma vez que seu produto é de qualidade superior (aroma e sabor mais apreciados no mundo inteiro) e de maior aceitação em todos os mercados consumidores.

Segundo Silva e Leite (2000), a América do Sul é a região do mundo de maior produção de café, sendo que o Brasil e a Colômbia, sozinhos, produziram em torno de 40% do total mundial nas últimas duas décadas.

No período de 1987/98, de uma produção mundial de média anual de 100 milhões de sacas de café, cerca de 25% eram provenientes do Brasil, sendo que, em 1998, a receita de exportação do produto atingiu US\$2,6 bilhões, correspondendo a 5,1% do total das exportações brasileiras (EMBRAPA, 2001).

No Brasil, o principal Estado produtor de café é Minas Gerais, com cerca de 50% da produção nacional. O Sul de Minas é a principal região produtora de café no Estado, respondendo por cerca de 50% da produção Estadual, com praticamente 100% de seu parque cafeeiro constituído pela espécie *Coffea arabica* L. (FAO, 1996; Mendes e Guimarães, 1997; Ribeiro et al., 1998; NECAF, 2001).

Apesar de ainda se encontrarem lavouras formadas com cultivares mais antigas, particularmente Bourbon Vermelho e Bourbon Amarelo, a cafeicultura brasileira é hoje constituída basicamente por linhagens das cultivares Mundo

Novo, Catuaí e, mais recentemente, ainda em área pouco expressiva, Icatu e Rubi (Mendes e Guimarães, 1996).

2.2 A cultivar Acaiá MG-1474

Dentro da cultivar Mundo Novo, foram selecionadas linhagens com sementes de tamanho maior e com boa produção. Em vista de apresentarem essa característica, de interesse econômico, receberam a denominação de Acaiá, que no dialeto guarani significa “frutos com sementes grandes” (IBC, 1986; Mendes e Guimarães, 1996). Esta nova cultivar apresenta uma boa produção de café beneficiado e boa rusticidade. A altura média das plantas chega a atingir 4,2 metros (entre 4,1 e 4,4m) e o diâmetro médio da copa, 1,8 metros (1,6 a 2,0m). A cor da brotação jovem é geralmente bronze e os ramos secundários são menos abundantes que nas seleções de mundo novo (Mendes e Guimarães, 1996).

Em Minas Gerais, no ano de 1995, foi lançada a cultivar derivada da Acaiá, que recebeu a denominação de Acaiá Cerrado. Esta cultivar vem exibindo excelente desenvolvimento vegetativo, com elevadas produções, mesmo em condições de solos menos férteis. A altura média é inferior ao Acaiá tradicional (em média 3,1 metros), com diâmetro de copa de 1,88m. A progênie que tem se mostrado mais promissora é MG-1474 (Mendes e Guimarães, 1996).

Todas as seleções de Acaiá e Acaiá Cerrado têm despertado o interesse dos cafeicultores para o plantio adensado, em razão do seu reduzido diâmetro de copa e arquitetura adequada. No sistema convencional, para o livre crescimento, os espaçamentos mais indicados se assemelham àqueles recomendados para a cultivar Mundo Novo, podendo apenas ser mais reduzido o espaçamento entre linhas (Mendes e Guimarães, 1996).

2.3 Irrigação

Com a crescente demanda mundial de alimentos, torna-se cada vez mais necessário aumentar a produção agrícola. As formas de aumento da produção agrícola conhecidas e difundidas em todo o mundo são basicamente funções do aumento de área produtiva e/ou aumento da produtividade por área. O aumento da área produtiva através do avanço a novas fronteiras agrícolas é reduzido a cada ano, quer seja pela inexistência de novas áreas, como acontece em vários países, quer seja pelo confrontamento com áreas de preservação ambiental, ou ainda pelo próprio impedimento da natureza. O aumento da produtividade das culturas é, sem dúvida, o meio mais racional e menos agressivo ao meio ambiente.

A irrigação é uma das técnicas mais eficazes para aumentar a produtividade das culturas, chegando a valores entre 100 e 230% de acréscimo nesta produtividade (Manual, 1991).

Apesar de em 1991 representarem somente 15% de toda a área cultivada no mundo, as áreas irrigadas responderam, naquele ano, por 30 a 50% da produção agrícola mundial (Manual, 1991), demonstrando, assim, sua importância como instrumento elevador da produtividade agrícola.

Os sistemas de irrigação podem ser classificados em três categorias distintas, como segue: 1) irrigação por superfície; 2) irrigação por aspersão e 3) irrigação localizada (Soares, Costa e Santos, 1998). Na cafeicultura, os sistemas mais utilizados são os de irrigação por aspersão e irrigação localizada (Jordão, Oliveira Junior e Mendonça, 1996).

De acordo com Mantovani (2000), a escolha de um sistema para irrigação do cafeeiro depende de uma série de fatores, destacando-se o tipo de solo, a topografia e o tamanho da área, os fatores climáticos, os fatores relacionados ao manejo da cultura, o déficit hídrico, a capacidade de investimento do produtor e o custo do sistema de irrigação. Segundo o mesmo

autor, considerando o grande volume de água exigido na irrigação e considerando a necessidade de otimizar a sua utilização, um dos aspectos importantes que está sendo analisado na escolha do método de irrigação é a eficiência com que o mesmo irriga a cultura.

Com este ponto de vista, Faria e Rezende (1997) afirmam ser importante salientar que um método de irrigação não é melhor que o outro no que se refere à fisiologia da planta. O que existe são métodos que se adaptam melhor às condições locais de solo, topografia, clima, cultura, qualidade da água, fatores econômicos e algumas influências externas e agronômicas.

Aspectos relacionados ao manejo, consumo de energia e problemas de disponibilidade hídrica impulsionaram a adoção de sistemas de irrigação localizada, dentre os quais a irrigação por gotejamento apresenta estreita relação de aplicabilidade com a cultura do café, motivo pelo qual vem apresentando uma ampla expansão (Mantovani, 2000).

2.4 Irrigação localizada: gotejamento

Os métodos de irrigação localizada são os que vêm experimentando o maior número de inovações tecnológicas em todo o mundo. Suas características de uniformidade de aplicação e redução no consumo de água o tornam extremamente atraente em tempos em que o mundo todo discute o melhor aproveitamento da água em todos os seus usos. No Brasil, especificamente, o aumento da área irrigada anualmente por este método é facilmente perceptível (Cristofidis, 1999).

A irrigação localizada tem por princípio a aplicação de água molhando apenas uma parte do solo, ocupada pelo sistema radicular das plantas. A água é conduzida por extensão de tubulações em baixa pressão até próximo ao pé da planta, ou da região a ser umedecida, à qual é fornecida através dos emissores, de tal forma que a umidade do solo seja mantida próxima à capacidade de

campo. O emissor, além de distribuir uniformemente a água, deve também dissipar a pressão da mesma de acordo com os princípios de cada um dos tipos de irrigação localizada. Neste sistema, o solo tem papel preponderante na infiltração da água e na formação do bulbo úmido (Azevedo Netto et al., 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, tubulações porosas, microaspersores e difusores). São também sistemas com elevado grau de automação, capazes de aplicar produtos químicos dissolvidos na água de irrigação. Ao mesmo tempo, exigem água de boa qualidade e um eficiente sistema de filtragem para reduzir a possibilidade de obstrução dos emissores (Faria e Rezende, 1997).

Nos sistemas de irrigação localizada de alta frequência, como ocorre com todas as novas tecnologias, faz-se ainda muita confusão com terminologias. De acordo com Pizarro Cabello (1996), os sistemas de irrigação localizada podem se agrupar como indicado na Tabela 1, onde o critério de separação é a vazão por unidade de emissor ou por metro linear do mesmo. Como vazão limite, aceita-se o valor de 16 l/h., o qual é estabelecido pelas normas ISO. Se trata de um valor convencional, mas que, na prática, separa claramente os sistemas de irrigação localizada.

TABELA 1: Classificação dos sistemas de irrigação localizada.

Sistemas de irrigação localizada	alta vazão (16 – 150 l/h.)	microaspersão difusão
	baixa vazão (< 16 l/h.)	gotejamento

Fonte: Pizarro Cabello (1996).

Araújo (1982) comenta que em nosso país, 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 com outros métodos de irrigação, oferece, ainda, a vantagem de menor custo de mão-de-obra.

2.5 Controle da irrigação

A utilização da irrigação na agricultura brasileira, de uma maneira geral, vem ocorrendo sem o monitoramento criterioso do nível de água no solo. A ausência de um manejo adequado da água utilizada na irrigação contribui para seu desperdício (Junqueira, Oliveira e Valadão, 1998).

A irrigação visa evitar as deficiências hídricas nos períodos críticos. É necessário, porém, aplicá-la em quantidade correta, nem insuficiente nem excessiva. Se insuficiente, prejudica o sistema radicular, tornando-o muito superficial. Em excesso também prejudica o sistema radicular, além de provocar desperdícios de água, nutrientes, tempo, etc (Camargo, 1985).

Existem inúmeras técnicas e/ou procedimentos que permitem determinar o “quanto” e “quando” a água deve ser aplicada na cultura. Estas técnicas e/ou procedimentos enquadram-se em um dos sistema solo-planta-clima. Aqueles inerentes ao solo, suportados pelo fenômeno de retenção de água, são mais difundidos, apresentam boa precisão e fácil aplicação. Aqueles relacionados ao fator clima são mais usados no planejamento do projeto de irrigação. Os inerentes ao fator planta são a forma mais direta e precisa para saber quando a planta se encontra com deficiência hídrica; no entanto, são pouco utilizados por serem mais sofisticados e utilizar equipamentos caros e de manejo mais complexo (Faria e Rezende, 1997). Os mesmo autores ponderam que apesar de

existirem vários métodos de controle da irrigação, os mais difundidos são aqueles que utilizam o tanque Classe A e tensiômetros; na cultura do café usa-se, geralmente, o balanço hídrico simplificado.

O tanque Classe A, em vista do custo relativamente baixo e do fácil manejo, tem sido empregado nos projetos de irrigação. Ele tem a vantagem de medir a evaporação de uma superfície de água livre, associada aos efeitos integrados da radiação solar, do vento, da temperatura e da umidade do ar (Bernardo, 1989)

O tanque Classe A ou USWB consta de um tanque circular, com 1,20m de diâmetro interno e 0,25m de altura, confeccionado em chapa de aço galvanizado. O tanque deve ser instalado sobre um estrado de madeira de 0,15m de altura, em nível, ficando livremente exposto à atmosfera (Faria e Rezende, 1997).

Normalmente, as medições da evaporação da água no tanque Classe A (ECA) são usadas para determinar a evapotranspiração de referência (ET_o), através da seguinte equação:

$$ET_o = ECA \times K_t \quad (\text{eq. 1})$$

em que K_t é um coeficiente de correção da ECA. Uma tabela que descreve a variação de K_t em função dos dados meteorológicos da região e do meio em que está instalado o tanque é apresentada por Doorenbos e Pruitt (1977). Mais tarde, Snyder (1992), citado por Gomide (1998), desenvolveu a seguinte equação para permitir a interpolação dos valores tabelados de K_t:

$$K_t = 0,482 + 0,024 \times \ln(D_b) - 0,000376 \times U + 0,0045 \times UR \quad (\text{eq. 2})$$

em que D_b é a distância (tamanho) da área de bordadura em metros, U é a velocidade do vento em Km/dia e UR é a umidade relativa do dia em %. O autor salienta que essa equação só deve ser usada dentro dos limites de D_b , U e UR da tabela original.

A evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}) é, por definição, a evapotranspiração de determinada cultura quando se têm ótimas condições de umidade e nutrientes no solo, de modo a possibilitar a produção potencial desta cultura nas condições de campo (Bernardo, 1989).

A relação entre a ET_{pc} e a ET_o é expressa pela seguinte equação:

$$ET_{pc} = K_c \times ET_o \quad (\text{eq. 3})$$

em que K_c é o coeficiente da cultura.

Os valores de K_c variam com o tipo da cultura, estágio de desenvolvimento da cultura, comprimento do ciclo vegetativo da cultura e com as condições climáticas locais (Bernardo, 1989).

Doorenbos e Kassam (1994) afirmam que o valor de K_c varia com as fases de desenvolvimento das culturas, sendo que, para a maioria dos cultivos, o valor de K_c para o período total de crescimento está entre 0,85 e 0,90, sendo ligeiramente superior para a banana, o arroz, o café e o cacau, e um pouco inferior para os citros, a videira, o sisal e o abacaxi.

Os métodos de controle da irrigação que utilizam tensiômetros são, hoje, bastante difundidos e aceitos entre os produtores rurais e técnicos. Os principais motivos para esta utilização podem ser atribuídos ao baixo custo, facilidade de instalação e manuseio.

Tensiômetros são aparelhos que medem diretamente o potencial matricial da água no solo em condições de campo. Constituem-se de um tubo plástico, tendo na extremidade inferior uma cápsula de porcelana, e são fechados

hermeticamente na parte superior. Um manômetro capaz de medir pressões negativas é inserido no tubo. Pode ser do tipo Bourdon ou mercúrio (Klar, 1991).

De acordo com Reichardt (1987), para valores menores que -1atm ($-0,1\text{ MPa}$) o tensiômetro deixa de funcionar, porque a coluna de água no tubo não resiste a tensões maiores que -1atm (a coluna de água se rompe). Assim, para se manter uma faixa de segurança, recomenda-se o uso de tensiômetro para valores menores que $0,8\text{atm}$ ($0,08\text{ MPa}$), uma vez que as tensões recomendadas para a maioria das culturas são inferiores a esse limite.

2.6 Necessidade de irrigação do cafeeiro

A irrigação em cafeeiros já é uma prática bastante recomendada na maioria das regiões produtoras do país. Estimativas indicam que a cafeicultura irrigada já ocupa cerca de 8 a 10% da cafeicultura brasileira, totalizando 200.000,00 ha, distribuídos, principalmente, nos Estados do Espírito Santo (60 a 65%), Minas Gerais (20 a 25%) e Bahia (10 a 15%) (Mantovani, 2000).

No Estado de Minas Gerais, a região dos Cerrados é a que possui o maior número de cafeicultores “irrigantes”, mas 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. Em um curto espaço de tempo, algumas das principais empresas fornecedoras de projetos e equipamentos para irrigação estabeleceram-se nestas regiões, com objetivo de suprir a alta demanda local.

A necessidade de irrigação em cafeeiros nas regiões anteriormente consideradas “aptas ao cultivo sem uso de irrigação” está sendo bastante estudada, fornecendo alguns dados promissores. Avançam também os estudos sobre como manejar adequadamente a irrigação, para que os produtores obtenham o melhor benefício possível com a técnica.

O cafeeiro, para vegetar e frutificar, necessita de condições climáticas aptas; dentre estas, as macroclimáticas, temperatura e precipitação assumem importância relevante. No Sul de Minas Gerais, bem como na maioria das regiões cafeeiras do Brasil, o café exibe um ciclo fenológico bem definido, com florescimento na primavera, frutificação no verão e maturação no outono. Alterações significativas termo-pluviométricas neste ciclo certamente resultarão em prejuízos na produção (IBC, 1981).

Em termos de déficit hídrico, segundo o balanço hídrico de Thornthwait (1948), os seguintes parâmetros são utilizados para avaliar a aptidão de uma região à cultura do café: Apta (déficit inferior a 150mm); Marginal (déficit entre 150 e 200mm) e Inapta (déficit superior a 200mm) (IBC, 1986).

Para Camargo (1989), a ocorrência de estiagens ocasionais e deficiências hídricas acentuadas na fase de frutificação e expansão, afeta o crescimento dos grãos; se ocorrem na fase de granação, quando os frutos estão se solidificando internamente, estes poderão ficar chochos ou mal granados.

Santinato et al., citado por Gervásio (1998), afirmam ser necessário ao cafeeiro arábica encontrar umidade disponível no solo durante o período de setembro/outubro a abril/maio para vegetar e frutificar normalmente.

Na região Sul de Minas, a ocorrência de veranicos e o prolongamento do 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 e Castro Neto, citados por Alves (1999), 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, ocorre, anualmente, um veranico com duração igual ou maior que 12 dias.

Em diversos ensaios realizados na fazenda experimental do antigo Instituto Brasileiro do Café, no município de Varginha, em 1984, Freire e

Miguel (1984) constataram uma sensível redução no rendimento do café desta safra, gastando 5,6 kg de café da roça para produzir 1 kg de café beneficiado, quando, em anos normais, esta relação é de 4,5 kg da roça/1 kg beneficiado. Além da queda no rendimento, houve também perda de qualidade (tipo) do café. Estes fatos ocorreram porque os meses de janeiro, fevereiro e março de 1984 apresentaram baixas precipitações pluviométricas e temperaturas médias elevadas, segundo os mesmos autores.

Observações realizadas na Estação Experimental do Procafé em Varginha, nos anos de 1998/1999 e 1999/2000, constataram redução no crescimento de nós/ramo quando comparados à média histórica de 12 nós/ramo, tendo sido observados 10 e 6 nós/ramo, respectivamente (Garcia, Japiassú e Frota, 2000).

Avaliando a influência da estiagem 1999/2000 sobre o tamanho dos grãos de café na região de Marília, Lacerda et al. (2000) concluíram que a redução no regime de chuvas daquele período, além da redução conhecida em termos de volume de café produzido, causou uma perda de mais de 8% por efeito da produção de grãos menores.

2.7 Crescimento do cafeeiro irrigado

Vários estudos e observações acerca do desenvolvimento de plantas de café irrigado vêm sendo realizados nos últimos anos. Teoricamente, um melhor desenvolvimento dos cafeeiros trará, como consequência, aumento da produtividade.

Com dados de estudos realizados com Café Robusta no sul da Índia, Awatramani, Matheus e Matheu (1973) afirmam que a irrigação promoveu aumento no número de nós por ramo, o que certamente, segundo os mesmos autores, promoveu também aumento na produtividade destes cafeeiros.

Araújo (1982), analisando valores médios de diâmetro de copa e de caule em cafeeiros irrigados e não irrigados, constatou um melhor desenvolvimento (maiores valores) nos tratamentos que receberam irrigação, comparativamente com os não irrigados.

Matiello e Dantas (1987) compararam tratamentos irrigados e não irrigados aplicados à lavoura de café da variedade “Catuai”, em Pernambuco. Os autores constataram acréscimo de 41% no diâmetro de copa e 39% na altura das plantas dos cafeeiros irrigados, quando comparados aos não irrigados.

Alves (1999) e Faria et al. (1999), em experimento localizado no município de Lavras-MG, verificaram o efeito significativo da irrigação sobre os seguintes parâmetros: diâmetro do caule; diâmetro da copa; comprimento do primeiro ramo plagiotrópico e número de ramos secundários no primeiro ramo plagiotrópico, sendo que, com exceção do último parâmetro, todos os demais apresentaram maiores valores quanto maior foi a lâmina de água aplicada. De acordo com os autores, a lâmina de água aplicada que proporcionou o maior desenvolvimento foi equivalente a 100% ECA.

Em experimento conduzido em casa-de-vegetação, Gervásio (1998) constatou que o aumento na umidade do solo acelerou o desenvolvimento dos cafeeiros em fase inicial de formação, sendo que a lâmina de água aplicada correspondente a 140% ECA propiciou os melhores resultados nos parâmetros vegetativos avaliados.

Soares et al. (2000), em experimento realizado com cafeeiro da variedade Catuai 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.

2.8 Produtividade do cafeeiro irrigado

A possibilidade de aumento na produtividade de cafeeiros irrigados em diversas regiões do Brasil faz com que este parâmetro seja sem dúvida o mais estudado nos projetos de pesquisa em todo o país. Diversos estudos e observações, principalmente direcionados à difusão de tecnologia entre produtores, trazem como resultado final a comparação entre a produtividade de cafeeiros irrigados versus não irrigados.

A produtividade regular de uma lavoura de café no Brasil fica entre 10 e 20 sacas de café beneficiado por hectare, sendo considerada boa quando superior a 20 sacas/ha (Ministério..., 1996).

Em matéria publicada no jornal O Estado de São Paulo, referente à safra 1999/2000 na região Alta Mogiana do Estado de São Paulo, Nonino (2000) faz o seguinte comentário: *“Com condições climáticas favoráveis, a produtividade do café de sequeiro seria de 40 sacas beneficiadas por hectare, com franca produção. Este ano, porém, poucas áreas atingiram 25 sacas/hectare por causa da seca. Já no café irrigado, o rendimento foi superior a 50 sacas/hectare. Nos cafezais de primeiro ano de produção, a diferença foi bem maior: em áreas de sequeiro, 6 a 12 sacas/hectare, ante 40 sacas/hectare em áreas irrigadas.”*

O município de Lavras localiza-se na região Sul do Estado de Minas Gerais. Esta região sempre foi considerada por especialistas como “apta” ao cultivo do café, sem uso de irrigação. Nestas condições, Alves (1999), em estudos realizados com a cultivar Acaiá MG-1474 na primeira colheita, verificou um sensível aumento da produtividade dos cafeeiros irrigados, quando comparados à testemunha (não irrigados), sendo que o tratamento utilizando a lâmina de água equivalente a 100% da ECA apresentou aumento da produtividade da ordem de 53,9% em relação à testemunha, chegando a marca de 72,04 sacas/hectare.

Fernandes et al. (1998b), avaliando as safras de 1995, 1996 e 1997 em experimento para recuperação de lavoura depauperada de café Mundo Novo instalado em Planaltina-GO, observaram que a irrigação anual (sem déficit hídrico) apresentou maior produtividade, com acréscimo de até 100%, quando comparada ao tratamento sem irrigação.

Antunes et al. (2000), em pesquisa com café Catuaí irrigado por gotejamento, desenvolvida em Rio Preto-MG, constataram aumento de produtividade para o café irrigado da ordem de 66% na safra de 2000, quando comparado ao não irrigado, e da ordem de 123% para o café irrigado-fertirrigado, quando este é comparado com o não irrigado.

Vários outros autores verificaram os efeitos positivos da irrigação na produtividade do cafeeiro (Barreto et al., 1972; Araújo, 1982; Njoroge, 1989; Reis, Miguel e Oliveira, 1990; Fernandes et al. 1998a; Soares et al., 2000).

2.9 Manejo da irrigação no cafeeiro

Existe uma grande preocupação entre os cafeicultores em obter resultados sobre a produtividade dos cafeeiros irrigados; porém, esquecem-se de que para chegar a resultados positivos em relação a esta técnica, é de fundamental importância saber qual o manejo a ser adotado, ou seja, quando e quanto de água aplicar em seus cafezais.

Por outro lado, ainda é pequeno o número de publicações indicando um manejo adequado e, quando existem, são controversas ou confusas.

Em experimento conduzido em Ribeirão Preto-SP para determinação do coeficiente de cultura (K_c) em cafeeiros irrigados por aspersão e não irrigados, Arruda et al. (2000) concluíram que o K_c tendeu para valores entre 0,89 e 0,94 em períodos de pleno suprimento de água. O mesmo autor verificou, também, que nos tratamentos irrigados houve uma redução acentuada no K_c para

deficiências maiores que 40mm, sendo este, portanto, o nível máximo admissível de deficiência de água para manejo de irrigação por aspersão.

Santinato et al. (1996) afirmam que a água facilmente disponível ao cafeeiro, ou DRA (disponibilidade real de água), corresponde a 50% da DTA (disponibilidade total de água). Para a determinação da DTA, são consideradas a umidade na capacidade de campo (CC) e no ponto de murcha permanente (PMP), no perfil correspondente à profundidade efetiva do sistema radicular, a qual, segundo Franco e Inforzato (1964), citados por Malavolta (1993), é de 30cm, pois nesta faixa encontram-se cerca de 90% do total de raízes absorventes do cafeeiro.

Com base em experimentos e observações de campo, Santinato, Fernandes e Fernandes (1996) sugerem valores de Kc em função da densidade de plantio e idade da lavoura (Tabela 2).

TABELA 2: Valores de Kc (coeficiente de cultura) para a cultura do café: 1ª aproximação.

Idade (anos)	Espaçamento entre ruas x entre plantas (metros)		Valor de Kc
1. Adulta > 3	a) > 3,0 x > 1,0	2.500 plantas/ha	1,0
	b) >3,0 x 0,5 a 1,0	3.333 plantas/ha	1,1
	c) 2,0 a < 3,0 x 0,5 a 1,0	6.666 plantas/ha	1,2
	d) 1,0 a 2,0 x 0,5 a 1,0	13.333 plantas/ha	1,3
2. Nova 1 a < 3	a) > 3,0 x > 1,0	2.500 plantas/ha	0,8
	b) >3,0 x 0,5 a 1,0	3.333 plantas/ha	0,9
	c) 2,0 a < 3,0 x 0,5 a 1,0	6.666 plantas/ha	1,0
	d) 1,0 a 2,0 x 0,5 a 1,0	13.333 plantas/ha	1,1
3. Nova < 1	a) > 3,0 x > 1,0	2.500 plantas/ha	0,6
	b) >3,0 x 0,5 a 1,0	3.333 plantas/ha	0,7
	c) 2,0 a < 3,0 x 0,5 a 1,0	6.666 plantas/ha	0,8
	d) 1,0 a 2,0 x 0,5 a 1,0	13.333 plantas/ha	0,9

Fonte: Santinato, Fernandes e Fernandes (1996)

Em experimento manejado através de tanque Classe A, Alves (1999) acompanhou a umidade do solo utilizando tensiômetros. Para os tratamentos de 60% ECA; 80% ECA e 100% ECA (tratamentos que apresentaram as maiores produtividades), os valores mínimos de potencial matricial do solo não ultrapassaram -70kPa , podendo este valor ser o indicativo de um manejo através dos tensiômetros.

Alguns autores (Alves, 1999; Gervásio, 1998) já nos indicam excelentes resultados com o uso direto dos dados de evaporação do tanque Classe A (ECA) para a realização do manejo, o que pode facilitar muito a utilização deste equipamento. O método consiste simplesmente em repor ao solo um percentual do que foi evaporado no tanque, podendo inclusive ser maior que 100%.

2.10 Fertirrigação do cafeeiro

Com a adoção da irrigação no cafeeiro, é injustificável a não aplicação de fertilizantes via água (fertirrigação), pois esta técnica, além de aumentar a eficiência dos fertilizantes, uma vez que o solo estará com umidade adequada, reduz quase que totalmente a utilização de mão-de-obra para este fim.

Ainda é muito confusa entre produtores a diferenciação entre os termos fertirrigação e quimigação. Quimigação é a técnica de aplicação de produtos químicos na lavoura, utilizando-se a água de irrigação como veículo. Os principais produtos aplicáveis são: fertilizantes (fertirrigação ou fertigação), herbicidas (herbigação), inseticidas (insetigação), fungicidas (fungigação) e nematicidas (nematigação) (Vieira, 1994). Portanto, a fertirrigação é um dos componentes da quimigação, a qual é muito mais abrangente.

A fertirrigação pode ser realizada com todos os métodos de irrigação: superfície, aspersão e localizada. No entanto, a qualidade da água, a uniformidade de distribuição da água, o tipo do fertilizante utilizado e a mobilidade dos nutrientes no solo podem variar dependendo do sistema de

irrigação. É essencial, para se obter sucesso na fertirrigação, que a distribuição de água na lavoura tenha uniformidade elevada. Para o café são mais utilizadas as irrigações por aspersão e localizada (Vieira, 2000).

De acordo com Vieira e Ramos (1999), a irrigação localizada é o método mais adequado para a prática da fertirrigação, com a possibilidade de serem aplicados todos os nutrientes de que a planta necessita em doses menores que as recomendadas pelo método tradicional. Porém, Vieira (2000) adverte que muitas vezes a redução não é praticada, pois a fertirrigação aumenta o rendimento da cultura, com conseqüente aumento de demanda por nutrientes.

Para Sousa e Sousa (1993), citados por Alves (1999), o princípio da aplicação 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.

O nitrogênio é o nutriente mais usado na fertirrigação pelos seguintes motivos: há grande demanda pelas plantas, é móvel no solo e há disponibilidade de muitos fertilizantes solúveis em água. Comparativamente ao método convencional de aplicação de adubos nitrogenados, o aproveitamento pela planta do nitrogênio aplicado via água de irrigação geralmente é maior, principalmente quando se utiliza a irrigação por gotejamento (Vieira, 2000).

O potássio também é um nutriente de alta demanda no cafeeiro, ao contrário da irrigação por aspersão, na qual seu aproveitamento pelas plantas é baixo; na irrigação localizada este aproveitamento pode chegar a até 90% (Folegatti, 1999).

Dentre alguns fertilizantes utilizados em fertirrigação como fontes de nitrogênio e potássio, com solubilidade a 20°C, estão: uréia 1000g/l; cloreto de potássio 340g/l; nitrato de potássio 310g/l (adaptado de Faria e Rezende, 1997).

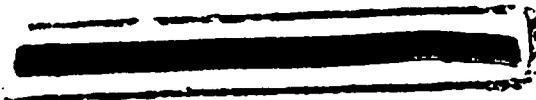
Antunes et al. (2000), em experimento avaliando os efeitos da irrigação e da irrigação-fertirrigação, verificaram que os tratamentos que receberam irrigação-fertirrigação tiveram uma produção 123% superior aos não irrigados, e 57% superior aos irrigados sem fertirrigação.

Santinato et al. (1989), citados por Alves (1999), em trabalho conduzido no município de Jaboticatubas – MG, com cafeeiro “Catuaí Vermelho”, no qual compararam o efeito da adubação NK aplicada através do sistema de irrigação por gotejamento, com aplicação convencional e 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. Afirmam, ainda, que a fertirrigação é o modo de adubar indicado para fornecimento de NK ao cafeeiro irrigado por gotejamento.

2.11 Qualidade do café

Os cafeicultores brasileiros, no passado, pouco se preocuparam em produzir um café com qualidade superior, permitindo que seus maiores competidores internacionais, que já se preocupavam com essa característica, ganhassem terreno no mercado internacional. Hoje, um exemplo claro desta preocupação são os concursos de cafés finos e a criação dos cafés de “marca”, identificando a região em que este foi produzido. Cita-se como exemplo o Programa CERTICAFÉ, do Governo do Estado de Minas Gerais.

De acordo com Malavolta (2000), a qualidade do café refere-se ao conjunto de características organolépticas do grão ou da bebida que lhe imprimem valor comercial.



A qualidade do café é medida, no Brasil, em função de duas classificações: uma que se baseia nas características físicas (Tipo), através de seu aspecto e pureza, e outra pelo aroma da bebida. Esta última, considerada mais importante, se refere às características organolépticas da bebida (Carvalho et al., 1994).

A classificação por tipo é feita segundo a Tabela Oficial Brasileira de Classificação do Instituto Brasileiro do Café (1977), constando-se o número de defeitos (grãos pretos, quebrados, pedras, paus, etc.); através da soma do número destes defeitos e do uso desta tabela, chega-se ao tipo. A importância desta classificação é muito relativa, pois, atualmente, as modernas máquinas de beneficiamento e rebeneficiamento permitem que todas as impurezas e grãos deteriorados sejam eliminados (Carvalho et al., 1994).

A classificação pela bebida, ou prova de xícara, surgiu no Brasil no início do século XX e foi adotada pela Bolsa Oficial de Café e Mercadorias de Santos a partir de 1917, pouco depois de sua instalação em 1914. No entanto, até hoje não se estabeleceu um critério uniforme para sua realização, já que esta varia de entidade para entidade. Não há dúvida que é este o fator mais importante na determinação da qualidade da bebida. Essa avaliação é feita pelos degustadores em razão, principalmente, dos sentidos do gosto, olfato e do tato (Leite e Silva, 2000).

Na prova de xícara, o café é separado em diversos padrões de classificação, podendo a bebida ser: Mole; Estritamente Mole; Apenas Mole; Duro; Riado e Rio, pode ainda ser denominado regionalmente como Rio Zona (IBC, 1986).

Através da prova sensorial, tanto a classificação de vinhos como a da bebida do 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 e Costa, 1996).

Alguns autores (Carvalho et al., 1994; Chagas, Carvalho e Costa, 1996 e Chagas e Costa 1996), principalmente em Minas Gerais, utilizaram a análise da qualidade da bebida pelo método químico (atividade da polifenoloxidase) para complementar a classificação estabelecida pela prova de xícara.

Na classificação por peneira, as favas são quantificadas segundo as dimensões dos crivos das peneiras oficiais que as retêm, indicando seus tamanhos. Essas são designadas por números, os quais são divididos por 64 e fornecem a indicação do tamanho dos furos, expresso em frações de polegadas. Há crivos redondos para medição dos cafés chatos e crivos alongados para os mocas. Do ponto de vista técnico, é de suma importância a separação por peneiras, pois esta permite a seleção das favas, de acordo com seu tamanho, em grupos possíveis de uma torração mais uniforme, porque na torração de uma “bica corrida”, as favas graúdas ficam apenas tostadas, enquanto as miúdas já podem estar carbonizadas (Leite e Silva, 2000).

2.12 Colheita e secagem do café

É sempre importante lembrar que na cadeia de produção do café, em todas as etapas é fundamental a preocupação com a qualidade do produto. Na colheita e secagem não é diferente. Qualquer descuido ou ingerência nesta etapa da produção fatalmente irá comprometer o produto final e, por consequência, a remuneração do cafeicultor.

O fruto ideal para ser colhido é aquele que já tenha completado o estágio de maturidade fisiológica, correspondente ao denominado fruto “cereja”. Normalmente o cafeeiro apresenta, na fase de maturação, frutos em diferentes estádios (verdes, cerejas, passas e secos), devido às características da planta em produzir várias florações. A quantidade de frutos verdes na planta, considerada ideal para o início da colheita, é de no máximo 5%, sendo toleráveis quantidades

de até 20%, que, no entanto, trazem prejuízo à qualidade (Bártholo e Guimarães, 1997).

A colheita pode ser manual ou mecânica. A colheita manual pode ser realizada de três maneiras distintas: derriça no chão; derriça no pano e a dedo. Na região Sul de Minas Gerais, o método de colheita mais utilizado pelos produtores é a manual com derriça no pano.

Na colheita por derriça no pano, o café é derrubado em panos ou plásticos previamente colocados sobre o chão, a fim de se evitar o contato do mesmo com a terra. Com este tipo de colheita, evitam-se as impurezas, tais como pedras e torrões, e também o contato com os grão de café caídos anteriormente, que normalmente estão fermentados pelo contato prolongado com o chão (IBC, 1986).

O tempo médio de secagem total em terreiro é de 15 dias nas condições do Sul de Minas, Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro, e de 25 a 30 dias para a Zona da Mata de Minas Gerais. Dentre os cuidados a serem tomados no processo de secagem em terreiro, destaca-se o revolvimento do café pelo menos oito vezes ao dia, de acordo com a posição do sol (Bártholo e Guimarães, 1997).

Para o café sair do terreiro para o armazém, a umidade final recomendada deve ser de 10 a 12% (Bártholo e Guimarães, 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Observação

Por se tratar de continuidade do experimento iniciado em março de 1997, os materiais e métodos utilizados são, em grande parte, similares aos utilizados por Alves (1999).

3.2 Área experimental

O experimento foi instalado na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG; ocupando, aproximadamente, uma área de 0,24 ha.

O município de Lavras se localiza a uma latitude de 21°45'S, longitude de 45°00'W e altitude média de 918m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen (Lorente, 1966), é considerado de transição entre Cwa e Cwb, variando de subtropical a temperado propriamente dito, com chuvas predominantes no verão e tendo o inverno considerado como seco.

O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho Escuro distrófico. Foram feitas análises para caracterização físico-hídrica do solo.

3.3 Cultura

Foram utilizadas, neste trabalho, plantas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) da cultivar "Acaiaí Cerrado"(MG-1474).

O plantio foi realizado em março de 1997, utilizando-se espaçamento semi-adensado (3,0 x 0,60m), contendo 13 linhas de plantio com 103 plantas cada.

Após o plantio, a lavoura experimental foi irrigada igualmente, por aspersão convencional, a fim de garantir o “pegamento” das mudas, até agosto de 1997.

No dia 16 de outubro de 1997, iniciou-se a diferenciação dos tratamentos.

Durante todo o período de condução do experimento, procederam-se os tratos culturais e controles fitossanitários sempre que necessários e recomendados pelos técnicos do Setor de Cafeicultura da UFLA e da Empresa de Pesquisas Agropecuárias de Minas Gerais (EPAMIG).

3.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, com 4 repetições. Cada bloco consistia de 5 parcelas com 30 plantas, as quais foram divididas em 3 subparcelas de 10 plantas cada, totalizando 15 subparcelas por bloco. Destas 10 plantas, apenas 8 foram consideradas como plantas úteis, sendo as primeiras plantas das extremidades das subparcelas consideradas como bordadura. Também uma linha de plantas compondo a bordadura separava os blocos entre si e da área vizinha. Além das quatro repetições, o experimento contou com dois blocos que constituíram uma unidade de observação, em que foram aplicadas lâminas de irrigação em diferentes épocas do ano.

As parcelas dos blocos I, II, III e IV receberam os tratamentos adotados no manejo da irrigação, os quais foram a parcela testemunha (sem irrigação, L_0) e 4 lâminas de irrigação resultantes da multiplicação da evaporação do tanque Classe A pelos fatores 1,0 (L_1); 0,8 (L_2); 0,6 (L_3) e 0,4 (L_4), aplicados nas áreas efetivamente irrigadas.

As subparcelas, inclusive as da unidade de observação, receberam os tratamentos de N e K, via água de irrigação, correspondentes a 3, 6 e 9

parcelamentos de adubação, recomendada com base nas análises químicas do solo, na época tradicional de aplicação (outubro a março). Para as recomendações de adubação utilizou-se, como base, a CFSEMG (1989) e CFSEMG (1999).

Nas parcelas definidas como testemunha (sem irrigação), a aplicação de N e K foi feita de acordo com o número de parcelamentos definido para as demais parcelas, porém com distribuição manual.

Os blocos da unidade de observação (blocos V e VI) receberam irrigação nas seguintes épocas:

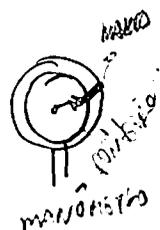
- de abril a julho (E_0); 4
- de abril a junho (E_1); 3
- abril e maio (E_2); 2
- maio e junho (E_3); 2
- agosto e setembro (E_4); 2

3.5 Sistema e manejo da irrigação

O experimento foi irrigado por gotejamento, utilizando-se um sistema de irrigação de acionamento manual, em que a água era distribuída às plantas através de gotejadores autocompensantes, com vazão de 3,78 l/h e pressão de serviço de 5 a 35 mca. $40 \text{ mca} - 100 \text{ KPa}$

Os gotejadores foram instalados com espaçamentos de 0,40m, de maneira que a superfície molhada formasse uma faixa contínua ao longo da linha de plantio, mesmo nos tratamentos com menores lâminas.

O manejo da irrigação foi feito através do tanque Classe A. Os dados climatológicos, evaporação e precipitação foram obtidos diariamente, junto à Estação Climatológica da UFLA. Estes dados diários eram contabilizados e, ao se atingir o valor pré-estabelecido de ECA_{accum} , eram realizadas as irrigações.



Os tratamentos de lâminas recebiam irrigação durante todo o ano, enquanto os de época, correspondentes às unidades de observação, eram irrigados somente nos períodos definidos no delineamento experimental, recebendo uma lâmina equivalente a 0,60ECA nos dois primeiros anos e 0,66ECA até a última avaliação.

A evaporação do tanque Classe A (ECA) relativa à evapotranspiração máxima da cultura, correspondente ao momento de irrigar, foi estabelecida a partir dos dados da Curva de Retenção de Água no Solo (θ_{cc} e θ_{PMP} , correspondentes às tensões de 10kPa e 1500kPa, respectivamente) e de parâmetros relacionados às exigências hídricas da cultura do café sugeridos por Santinato, Fernandes e Fernandes (1996). Os parâmetros são os seguintes:

- $DRA = 0,5 * DTA$
- Kc , para o 1º ano da cultura = 0,8;
- Kc , para o 2º e 3º ano da cultura = 1,0;

Nos dois primeiros anos, Alves (1999) utilizou uma média dos coeficientes deste período, trabalhando com $Kc = 0,9$, a partir de maio de 1999, foi alterado o valor do Kc para 1,0.

Outros dados utilizados para a determinação do momento de irrigar foram o coeficiente do tanque $Kt = 0,75$ (Bernardo, 1989) e a profundidade do sistema radicular $z = 0,40m$, considerando que a maior densidade das raízes absorventes do cafeeiro se apresenta nos primeiros 30cm de solo, segundo afirmaram Franco e Inforzato (1964), citados Malavolta (1993).

A seguir, descreve-se a seqüência de cálculos utilizada na determinação da ECA_{irrig} , como definição do momento de irrigar:

$$DTA = (\theta_{cc} - \theta_{PMP}) * z \quad (eq. 4)$$

em que: DTA = disponibilidade total de água no solo, mm;

θ_{CC} = umidade do solo (base volume) na capacidade de campo, cm^3/cm^3 ;

θ_{PMP} = umidade do solo (base volume) no ponto de murcha permanente, cm^3/cm^3 ;

z = profundidade efetiva do sistema radicular da cultura, mm.

$$DRA = 0,5 * DTA \quad (\text{eq. 5})$$

em que: DRA = disponibilidade real de água no solo, mm.

$$DRA = ET_{\max} \quad (\text{eq. 6})$$

em que: ET_{\max} = evapotranspiração máxima da cultura, mm.

$$ET_{\max} = ECA_{\text{irrig}} * Kc * Kt \quad (\text{eq. 7})$$

em que: ECA_{irrig} = evaporação do tanque Classe A, correspondente ao momento de irrigar, mm;

Kc = coeficiente da cultura, adimensional;

Kt = coeficiente do tanque, adimensional.

$$ECA_{\text{irrig}} = ET_{\max} / (Kc * Kt) \quad (\text{eq. 8})$$

$$ECA_{\text{ocum}} = \sum_{i=1}^n (ECA - P) \quad (\text{eq. 9})$$

em que: ECA_{ocum} = evaporação do tanque Classe A acumulada, mm;

ECA = evaporação do tanque Classe A diária, mm;

P = precipitação diária, mm.

Utilizando as equações 5 a 8, calculou-se a ECA_{irrig} , correspondente ao momento de irrigar, de 45mm para os dois primeiros anos e de 40mm do terceiro em diante. Desta forma, quando o somatório de $(ECA - P)$ diários, eq. 9, atingisse estes valores, eram efetuadas as irrigações. Realizada a irrigação, o valor da ECA_{acum} retornava a zero, reiniciando o somatório.

3.6 Fertirrigação

As aplicações de nitrogênio e potássio nas parcelas irrigadas foram feitas através do sistema de irrigação, utilizando uma bomba injetora de fertilizantes, que promovia a sucção da solução (água+fertilizante) do reservatório em que era feita a mistura. Seu mecanismo é acionado por meio de diferencial de pressão entre a entrada e saída do sistema injetor.

No período de adubação de 97/98, foram utilizados como fonte de N e K, respectivamente, uréia e cloreto de potássio (vermelho). Para os segundo e terceiro períodos 98/00, o cloreto de potássio (vermelho) foi substituído pelo branco, uma vez que o primeiro, devido às suas impurezas, apresentou grande entupimento dos filtros quando da sua utilização dissolvido em água.

Para a determinação das dosagens de fertilizantes a serem utilizadas em toda a lavoura experimental, foi feita uma média, entre os tratamentos, das recomendações apontadas pelas análises químicas do solo e das folhas, considerando-se a carga pendente de frutos nos cafeeiros. Estas determinações foram feitas com auxílio de pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG/CTSM). O parcelamento das aplicações foi feito de acordo com o delineamento experimental proposto.

3.7 Colheita e secagem do café

A colheita do café, nos dois anos de produção, foi feita escalonadamente, já que a maturação ocorreu em tempos diferentes, em função dos tratamentos utilizados.

Durante o período de colheita, foram feitas avaliações semanais, em que se determinou o grau de maturação das subparcelas. Nestas avaliações de maturação, foi adotado o seguinte procedimento:

- Escolheu-se, de acordo com critérios visuais, um ramo de uma das plantas de bordadura de cada subparcela, como sendo aquele que representasse o grau de maturação da subparcela em questão.
- Os frutos deste ramo foram colhidos, acondicionados separadamente e devidamente identificados.
- Fez-se, então, a contagem dos frutos colhidos, separando os frutos verdes, verde cana (entre o verde e o cereja), cereja (maduro), passa e seco, possibilitando a determinação do percentual de verdes.
- Estabeleceu-se o ponto de colheita quando o percentual médio de frutos verdes das repetições dos tratamentos (subparcelas) se situasse entre 10 e 15%.

Feitas estas determinações, as subparcelas que se encontravam no ponto de colheita eram colhidas. As que não se encontravam em ponto de colheita eram reavaliadas na semana seguinte, sendo estas determinações repetidas até que todas as subparcelas tivessem sido colhidas.

A colheita foi feita utilizando derriça manual no pano, com “varrição” do café do chão, técnica normalmente utilizada nas lavouras brasileiras. Os frutos colhidos no pano e no chão foram acondicionados separadamente, identificando-se as subparcelas correspondentes.

No mesmo dia da colheita foram obtidos o peso e o volume colhidos em cada subparcela, sendo retirado, de cada, uma amostra homogênea de 10 litros,

dos quais 1 litro, representando a subparcela, foi utilizado para uma nova contagem e avaliação da maturação. Esta avaliação teve a finalidade de caracterizar a possível influência do grau de maturação no rendimento e na análise de qualidade do café. Após a contagem, o volume de 1 litro retirado era retornado à amostra, que era pesada e acondicionada em sacos plásticos normalmente usados no acondicionamento de cebolas. Estes sacos possuíam uma trama com uma largura tal que permitia uma boa ventilação e incidência de luz na amostra, possibilitando a secagem dos grãos e impedindo sua saída, evitando perdas. Este procedimento foi feito nos mesmos dias em que eram colhidas as subparcelas.

As amostras colhidas foram expostas diariamente ao sol, sobre bancadas de ripas de madeira, até que estivessem secas o suficiente para serem beneficiadas (entre 11 e 13% de umidade). Durante o período de exposição ao sol, as amostras foram reviradas no mínimo oito vezes ao dia, para que a secagem ocorresse de forma homogênea.

3.8 Características avaliadas

No decorrer do experimento foram avaliados o crescimento das plantas, a produtividade, o rendimento, a qualidade dos grãos colhidos e a umidade do solo até a profundidade de 60cm, em camadas de 20 cm.

3.8.1 Características de crescimento avaliadas nas plantas

- Diâmetro do caule: medido com paquímetro a altura de 10 cm do solo;
- Altura da planta: medida com mira estadimétrica, do colo a gema apical do ramo ortotrópico das plantas;
- Diâmetro da copa: medida no sentido perpendicular às linhas de plantio, utilizando trena;
- Número de ramos plagiotrópicos primários: contagem direta planta a planta;

- Comprimento dos ramos plagiotrópicos primários: foram selecionados e marcados, em cada planta, o primeiro par de ramos plagiotrópicos primários lançados após a avaliação de crescimento realizada em 23/04/1999, independente de seu posicionamento na linha de plantas; as medidas foram feitas utilizando trena;
- Número de internódios nos ramos plagiotrópicos primários: em todos os ramos selecionados para medida do comprimento, foi feita a contagem direta do número de internódios que estes possuíam;
- Número de ramos secundários nos ramos plagiotrópicos primários: em todos os ramos plagiotrópicos selecionados foi feita a contagem direta do número de ramificações secundárias que estes apresentavam.

As características de diâmetro do caule, altura da planta, diâmetro da copa e número de ramos plagiotrópicos foram avaliadas trimestralmente até 23 de abril de 1999, e mais espaçadamente entre esta data e 17 de dezembro de 2000. Estas características foram avaliadas 11 vezes, nas seguintes épocas: setembro/97, dezembro/97, março de 98, junho de 98, setembro de 98, janeiro de 99, abril de 99, novembro de 99, janeiro de 2000, agosto de 2000 e dezembro de 2000. As determinações do comprimento dos ramos plagiotrópicos, número de internódios nos ramos plagiotrópicos e número de ramos secundários nos ramos plagiotrópicos foram feitas somente nas 5 últimas avaliações citadas anteriormente.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Quando a análise de variância apresentou resultados significativos, foi, então, aplicada análise de regressão polinomial para as variáveis quantitativas. Para as variáveis qualitativas Parcelamento de Adubação e o desdobramento de Parcelamento dentro de Lâmina, aplicou-se o teste de médias de Scott-Knott (Silva, 1998).

3.8.2 Produtividade e rendimento

A produtividade média de cada planta, em litros/planta, foi obtida da divisão do volume colhido pelo número de plantas existentes em cada subparcela correspondente.

Após a secagem das amostras de 10 litros, representativas de cada subparcela, foi determinado o peso e o volume do café em coco, para depois ser efetuado o beneficiamento. Procedeu-se, então, a determinação do peso e umidade das amostras beneficiadas, que aplicados na equação 4.7, forneceram o peso corrigido para a umidade equivalente a 11%, base úmida.

$$P_{11\%} = P_B * \frac{(100 - U_B)}{(100 - 11)} \quad (\text{eq. 10})$$

em que: $P_{11\%}$ = Peso do café beneficiado corrigido à umidade de 11%;

P_B = Peso do café beneficiado;

U_B = Umidade do café beneficiado.

De posse dos valores de volume de café colhido e peso corrigido do café beneficiado por subparcela, foi possível determinar, para cada tratamento, o volume de café colhido necessário para se obter 1 saca de 60kg de café beneficiado, ou seja, seu rendimento.

De acordo com espaçamento da cultura e sua produtividade em litros/planta, foi determinada sua produtividade em litros/hectare em cada tratamento. Dividindo-se este último valor pelo rendimento obtido em cada tratamento, chegou-se à produtividade em sacas/hectare.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Quando a análise de variância apresentou resultados significativos, foi, então, aplicada análise de regressão polinomial para as variáveis quantitativas. Para as

variáveis qualitativas Parcelamento de Adubação e o desdobramento de Parcelamento dentro de Lâmina, aplicou-se o teste de médias de Scott-Knott (Silva, 1998).

3.8.3 Qualidade do café

Para que fosse determinada a qualidade dos grão colhidos, foram feitas análises da qualidade da bebida do café pelos métodos químico e “prova de xícara”, além da classificação por peneiras. A classificação por tipo foi descartada porque durante a separação e manuseio das amostras, antes e após a secagem, foram eliminadas praticamente todas as impurezas encontradas, descaracterizando o objetivo desta avaliação.

As análises da bebida do café foram realizadas pelos técnicos do Laboratório de Qualidade do Café “Dr. Alcides Carvalho”, da Fazenda Experimental da EPAMIG, em Lavras-MG.

Para efetuar a classificação por peneiras, retirou-se, de cada amostra beneficiada, cerca de 300g, as quais foram passadas pelas seguintes peneiras, em ordem: 19; 12M; 18; 11M; 17; 10M; 15; 9M; 14 e fundo. Para cada amostra, foram feitas 3 repetições, obtendo-se o percentual médio retido em cada peneira. Após esta classificação, os percentuais foram separados em: peneiras 16 e acima; peneiras abaixo de 16 e mocas.

3.8.4 Monitoramento da umidade

Com objetivo de acompanhar o estado energético e a umidade do solo em cada tratamento de lâmina, foi feito o monitoramento do potencial matricial/umidade do solo. Para este fim, foram instaladas, sob as linha de plantio do Bloco III, 30 baterias com três tensiômetros a 0,10; 0,30 e 0,50m de profundidade, representando as camadas de 0-20; 20-40 e 40-60cm de profundidade, sendo 2 baterias em cada subparcela.

As leituras foram realizadas sempre pela manhã, antes das 9 horas. Os tensiômetros eram escorvados sempre que necessário, possibilitando o equilíbrio entre a tensão da água contida na cápsula do tensiômetro e a tensão da água no solo ao seu redor, de forma que as leituras da tensão correspondessem ao estado real de umidade do solo.

Foram utilizados tensiômetros construídos e testados no próprio Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia da UFLA, utilizando tubos de PVC, roscável, com diâmetro de ½", cápsulas de porcelana porosa, tubo acrílico com diâmetro interno de 13mm e borracha de vedação apropriada para leitura digital com tensímetro de punção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dotação Hídrica

No período compreendido entre 23 de abril de 1999 e 17 de dezembro de 2000, quando foi realizada a última avaliação de crescimento dos cafeeiros, foram realizadas 42 irrigações nos tratamentos de lâmina. Nos tratamentos correspondentes a diferentes épocas de irrigação, neste mesmo período, foram realizadas 17, 13, 9, 10, e 13 irrigações, nas épocas E_0 (abril a julho), E_1 (abril a junho), E_2 (abril e maio), E_3 (maio e junho) e E_4 (agosto e setembro), respectivamente.

A Tabela 3 apresenta as lâminas aplicadas em cada tratamento e as lâminas acumuladas aplicadas no período de 23 de abril de 1999 a 17 de dezembro de 2000. No total (irrigação e chuva), o tratamento L_1 recebeu uma lâmina 98,21% superior à recebida pelo tratamento L_0 ; L_2 recebeu 80,69%; L_3 , 63,16% e L_4 , 45,64%.

A Tabela 4 apresenta as lâminas acumuladas aplicadas ao experimento desde o início dos tratamentos, em 16 de outubro de 1997, até a última avaliação, em 17 de dezembro de 2000. No total (irrigação e chuva), o tratamento L_1 recebeu uma lâmina 67,62% superior à recebida pelo tratamento L_0 ; L_2 recebeu 55,68%; L_3 , 43,73% e L_4 , 31,79%.

TABELA 3: Lâminas aplicadas por irrigação em cada tratamento ($L_{aplic.}$), lâminas acumuladas entre 23/04/99 e 17/12/00 ($L_{acum.}$), lâminas aplicadas decorrentes das fertirrigações ($L_{fertir.}$), precipitação acumulada entre 23/04/99 e 17/12/00 ($P_{acum.}$) e lâmina total aplicada (L_{total}).

Tratam.	$L_{aplic.}$ (mm)	$L_{acum.}$ (mm)	$L_{fertir.}$ (mm)	$L_{acum.} + L_{fertir.}$ (mm)	$P_{acum.}$ (mm)	L_{total} (mm)
L ₀	0,0	0,0	0,0	0,0	1894,5	1894,5
L ₁	40,0	1660,0	200,6	1860,6	1894,5	3755,1
L ₂	32,0	1328,0	200,6	1528,6	1894,5	3423,1
L ₃	24,0	996,0	200,6	1196,6	1894,5	3091,1
L ₄	16,0	664,0	200,6	864,6	1894,5	2759,1
E ₀	26,3	506,5	200,6	707,1	1894,5	2601,6
E ₁	26,3	401,3	200,6	601,9	1894,5	2496,4
E ₂	26,3	296,1	200,6	496,7	1894,5	2391,2
E ₃	26,3	315,4	200,6	516,0	1894,5	2410,5
E ₄	26,3	408,3	200,6	608,9	1894,5	2503,4

Obs.: L₀ = 0%ECA; L₁ = 100%ECA; L₂ = 80%ECA; L₃ = 60%ECA; L₄ = 40%ECA; E₀ = abril a julho; E₁ = abril a junho; E₂ = abril e maio; E₃ = maio e junho; E₄ = agosto e setembro.

No período entre 16 de outubro de 1997 e 23 de abril de 1999, Alves (1999) verificou, neste mesmo experimento, que, no total (irrigação e chuva), os tratamentos L₁, L₂, L₃ e L₄ receberam lâminas 44,8%, 37,04%, 29,26% e 21,47%, respectivamente, superiores ao tratamento L₀.

Comparando os dados obtidos da Tabela 3 com os dados obtidos pelo referido autor, percebe-se um expressivo aumento nas lâminas recebidas pelos tratamentos irrigados, comparativamente ao não irrigado. O motivo para tal diferença justifica-se pelas datas de início e fim de ambos os trabalhos. O autor citado iniciou suas avaliações em outubro de 1997 (início do período chuvoso) e terminou em abril de 1999 (final do período chuvoso), o que corresponde a dois

períodos chuvosos e apenas um período seco durante as avaliações. No presente trabalho ocorreu o oposto, sendo as avaliações compreendidas entre dois períodos secos e um chuvoso.

TABELA 4: Lâminas aplicadas por irrigação em cada tratamento ($L_{aplic.}$), lâminas acumuladas entre 16/10/97 e 17/12/00 ($L_{acum.}$), lâminas aplicadas decorrentes das fertirrigações ($L_{fertir.}$), precipitação acumulada entre 16/10/97 e 17/12/00 ($P_{acum.}$) e lâmina total aplicada (L_{total}).

Tratam.	$L_{acum.}$ (mm)	$L_{fertir.}$ (mm)	$L_{acum.} + L_{fertir.}$ (mm)	$P_{acum.}$ (mm)	L_{total} (mm)
L ₀	0,0	0,0	0,0	4437,31	4437,31
L ₁	2650,0	350,6	3000,6	4437,31	7437,91
L ₂	2120,0	350,6	2470,6	4437,31	6907,91
L ₃	1590,0	350,6	1940,6	4437,31	6377,91
L ₄	1060,0	350,6	1410,6	4437,31	5847,91
E ₀	776,5	350,6	1127,1	4437,31	5564,41
E ₁	617,3	350,6	967,9	4437,31	5405,21
E ₂	563,3	350,6	913,9	4437,31	5351,21
E ₃	423,4	350,6	774,0	4437,31	5211,31
E ₄	570,3	350,6	920,9	4437,31	5358,21

Obs.: L₀ = 0%ECA; L₁ = 100%ECA; L₂ = 80%ECA; L₃ = 60%ECA; L₄ = 40%ECA; E₀ = abril a julho; E₁ = abril a junho; E₂ = abril e maio; E₃ = maio e junho; E₄ = agosto e setembro.

A Tabela 5 apresenta os dados de precipitação total e temperatura média mensais obtidos na Estação Climatológica da UFLA desde a instalação do experimento, e os dados considerados “normais”, oriundos das Normais Climatológicas, num período de 30 anos, de 1961 a 1990 (Departamento..., 1992).

TABELA 5: Dados de temperatura média e precipitação total mensais ocorridas em Lavras-MG, durante o período de avaliação do experimento, obtidos junto à Estação Climatológica da UFLA, e os dados oriundos das Normais Climatológicas (Departamento..., 1992).

MÊS	1997		1998		1999		2000		NORMAIS*	
	$T_{méd}$ (°C)	P_{total} (mm)								
JAN	21,8	383,3	23,3	149,5	23,3	286,1	22,7	459,8	21,7	272,4
FEV	23,0	114,5	23,7	159,2	22,7	294,6	22,3	156,0	22,1	192,3
MAR	21,1	96,5	23,2	140,1	21,5	273,6	21,8	192,8	20,9	174,0
ABR	20,2	61,1	21,5	32,6	20,6	36,7	20,4	16,4	19,8	67,0
MAI	17,6	38,0	18,0	73,7	17,3	6,4	17,7	4,1	17,5	40,6
JUN	16,2	19,8	15,7	0,4	17,0	28,5	17,0	0,4	16,3	27,9
JUL	16,4	5,6	17,0	0,0	17,9	3,8	16,0	9,2	15,8	23,4
AGO	18,7	1,2	19,8	51,3	17,7	0,0	18,4	13,1	17,7	24,8
SET	22,0	38,8	21,3	16,5	20,4	22,4	19,1	109,9	19,0	72,5
OUT	22,3	91,1	19,7	200,7	20,0	37,1	23,0	25,2	20,4	126,0
NOV	23,2	194,8	21,0	166,8	20,3	143,9	21,1	239,2	20,9	213,0
DEZ	23,0	253,6	22,6	189,1	21,8	357,7	22,2	233,8	21,1	295,8
ANO	20,5	1298	20,6	1180	20,0	1491	20,1	1460	19,4	1530

*dados médios de 30 anos de observação, 1961-1990.

Analisando-se a Tabela 5, é possível observar que nos anos de 1997 e 1998 houve uma sensível redução na precipitação anual, tendo chovido 1298mm e 1180mm, respectivamente, contra uma média de 1530mm entre anos de 1961 e 1990. Já os anos de 1999 e 2000, apesar de apresentarem um bom índice pluviométrico, 1491mm e 1460mm, respectivamente, apresentaram uma péssima distribuição de chuvas durante o ano. Deve-se dar destaque ao mês de outubro

de 2000, quando choveu apenas 25,2mm, contra uma média de 126,0 mm das Normais Climatológicas.

Entre os dias 28 de setembro e 24 de outubro de 2000, houve uma precipitação de apenas 3,2mm, confirmando a ocorrência de veranicos nesta época do ano em Lavras-MG (Perón e Castro Neto, citados por Castro Neto e Vilela, 1986). Com um período de duração de 26 dias, este fenômeno foi bem mais extenso do que a média (12 dias) constatada pelos referidos autores.

Além das precipitações, na Tabela 5 é possível também observar o aumento de temperatura, principalmente nos períodos mais secos do ano, fazendo com que o cafeeiro necessitasse de uma maior quantidade de água no solo para sua manutenção. ??
falso

A combinação de altas temperaturas e baixas precipitações durante os períodos mais secos dos anos, em que o experimento foi avaliado, pode ter influenciado diretamente a frequência e a eficácia dos tratamentos aplicados ao experimento, com possíveis benefícios aos tratamentos irrigados.

4.2 Crescimento do cafeeiro

Em setembro de 1997, quando se efetuou a primeira avaliação para caracterização do experimento, antes do início dos tratamentos, foi constatado que não havia diferenças significativas entre estes, partindo-se então de uma condição homogênea, em que se considerou que todas as plantas apresentavam o padrão nas características avaliadas.

De 16 de outubro de 1997 a 23 de abril de 1999, foram feitas 7 avaliações, completando um período de 18 meses de avaliações, realizadas trimestralmente. A partir daí, seguindo observações de Faria e Siqueira (1988) de que com o maior aprofundamento das raízes do cafeeiro após 18 meses de idade cessam as diferenças entre os tratamentos, as avaliações foram mais

espaçadas, sendo feitas apenas 4 entre 23 de abril de 1999 e 17 de dezembro de 2000.

Nos itens a seguir são apresentados os resumos das análises de variância dos dados de crescimento do cafeeiro, coletados em 17 de dezembro de 2000, além de comentários sobre o que pode ter ocorrido com todas as características avaliadas.

4.2.1 Diâmetro do caule

Na Tabela 6 é possível verificar a houve significância somente do fator lâmina de irrigação no diâmetro do caule das plantas. Neste parâmetro, a análise de regressão polinomial indicou um polinômio de segundo grau como sendo a equação que melhor descreve este comportamento (Figura 1).

TABELA 6: Resumo da análise de variância dos dados obtidos em dezembro de 2000, na avaliação do diâmetro de caule do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fator de Variação	G.L.	Q.M.
Bloco	3	18,6717 NS
Lâmina	4	74,0764 **
Resíduo 1	12	7,1246
Parcelamento	2	6,1845 NS
Lâmina x Parcelamento	8	8,8012 NS
Resíduo 2	30	6,3981
Total	59	
Média Geral:	50,0285	
CV1:	5,31%	
CV2:	5,03%	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

NS: não significativo.

Na Tabela 7, é possível observar que houve aumento no diâmetro do caule com o aumento da lâmina aplicada, com especial destaque à lâmina de 100%ECA.

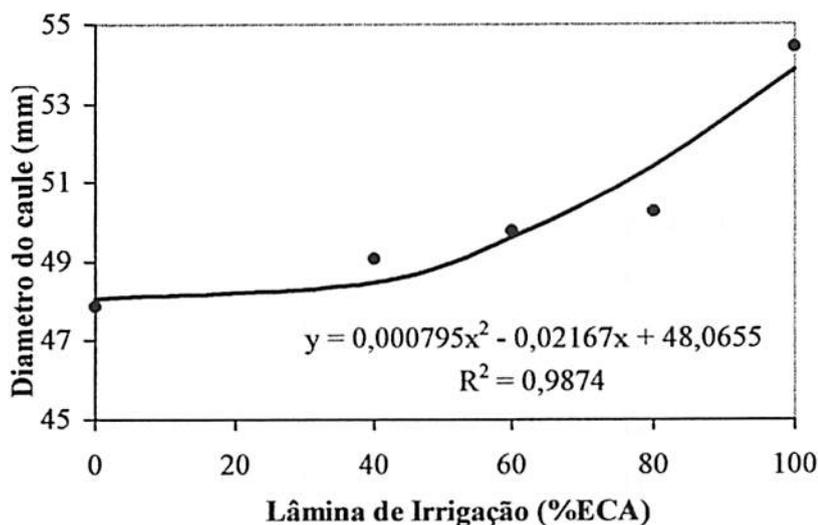


FIGURA 1: Efeito dos tratamentos de lâmina de irrigação sobre o diâmetro do caule do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

TABELA 7: Valores médios observados do diâmetro do caule, em função das lâminas de irrigação aplicadas, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Tratamento (%ECA)	Médias observadas (mm)
0	47,87
40	49,08
60	49,78
80	50,28
100	54,43

Estes resultados vêm confirmar os trabalhos realizados por outros autores (Alves, 1999; Gervásio, 1998; Araújo, 1982), que em experimentos e observações comparando cafeeiros irrigados e não irrigados, verificaram um

incremento no diâmetro do caule das plantas irrigadas, em comparação às não irrigadas.

4.2.2 Altura das plantas

O fator lâmina de irrigação e a interação entre os fatores lâmina de irrigação e parcelamento de adubação influenciaram significativamente na característica de altura da planta (Tabela 8). Feita esta constatação, procedeu-se uma análise de regressão polinomial para o fator lâmina, a qual indicou uma equação de primeiro grau, apresentada na Figura 2. Uma vez que os fatores lâmina de irrigação e interação entre lâmina de irrigação e parcelamento de adubação mostraram-se significativos, foi feito o desdobramento dos parcelamentos dentro das lâminas, com posterior aplicação do teste de médias de Scott-Knott para verificar quais as melhores interações ocorridas entre lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação.

TABELA 8: Resumo da análise de variância dos dados obtidos em dezembro de 2000, na avaliação da altura das plantas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fator de Variação	G.L.	Q.M.
Bloco	3	848,2543 NS
Lâmina	4	1290,2935 *
Resíduo 1	12	311,8620
Parcelamento	2	135,9779 NS
Lâmina x Parcelamento	8	170,4315 *
Resíduo 2	30	69,8000
Total	59	
Média Geral:	236,0395	
CV1:	7,72%	
CV2:	3,54%	

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

NS: não significativo.

A Tabela 9 apresenta os valores médios observados para a característica de altura das plantas. Tanto na Tabela 9 quanto na Figura 2, verifica-se que a média observada para a lâmina de irrigação, correspondente a 80%ECA, é menor que observada para a lâmina de 60%ECA, não apresentando a proporcionalidade de aumento da altura com o aumento da lâmina aplicada, determinada pela equação de regressão. Este fato se deve à seca de ponteiros, principalmente dos ramos ortotrópicos, ocorrida em uma parcela do tratamento de 80%ECA, no ano de 1998, provavelmente ocasionada por deficiência de boro.

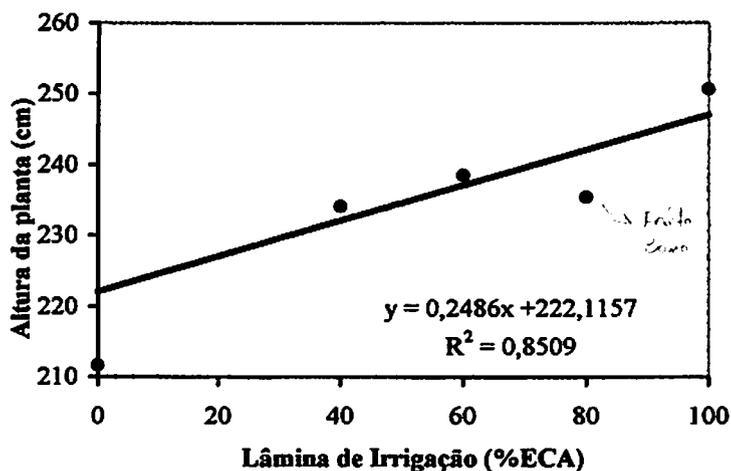


FIGURA 2: Efeito dos tratamentos de lâmina de irrigação sobre a altura da planta do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaiá MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Alves (1999), Gervásio (1998), Matiello e Dantas (1987), entre outros, observaram o mesmo efeito positivo da irrigação sobre a altura de cafeeiros, quando estes foram comparados a cafeeiros não irrigados.

Analisando as médias observadas da Tabela 9, é possível verificar a maior altura nas plantas que receberam o tratamento correspondente a 100%ECA, e a menor nas plantas não irrigadas, comparativamente às demais.

TABELA 9: Valores médios observados da altura das plantas, em função das lâminas de irrigação aplicadas, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Tratamento (%ECA)	Médias observadas (cm)
0	211,67
40	234,07
60	238,46
80	235,35
100	250,65

A Tabela 10 apresenta o resultado dos desdobramentos significativos dos parcelamentos de adubação dentro das lâmina de irrigação, apontando as melhores combinações. Nesta tabela é possível observar que a interação somente surtiu efeito nos tratamentos de lâminas L_2 (80%ECA) e L_0 (0%ECA).

Aplicando-se o teste de médias de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, a esta interação, verificou-se que para o tratamento L_0 , aos cafeeiros que receberam 6 e 9 parcelamentos de adubação cresceram mais em relação os que receberam apenas 3 parcelamentos. Desta mesma interação, verifica-se também que para o tratamento L_2 os cafeeiros que receberam 9 parcelamentos de adubação apresentaram um maior crescimento em relação aos demais.

TABELA 10: Resultado do teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, aplicado às médias das alturas das plantas do cafeeiro em função da interação entre as lâminas de irrigação e os parcelamentos de adubação, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Lâmina	Parcelamento	Média (cm)	Grupo
L ₀	3	211,47	1
	6	224,29	2
	9	229,27	2
L ₂	3	229,50	1
	6	230,63	1
	9	245,91	2

4.2.3 Diâmetro da copa

Somente o fator lâmina de irrigação influenciou significativamente o aumento do diâmetro das copas dos cafeeiros (Tabela 11). Fazendo uso da análise de regressão polinomial, a equação que melhor representou os dados observados dos diâmetros de copa, em função das lâminas de irrigação aplicadas, foi uma equação de primeiro grau, apresentada na Figura 3.

TABELA 11: Resumo da análise de variância dos dados obtidos em dezembro de 2000, na avaliação do diâmetro de copa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fator de Variação	G.L.	Q.M.
Bloco	3	77,4625 NS
Lâmina	4	2499,5794 **
Resíduo 1	12	174,6044
Parcelamento	2	83,5459 NS
Lâmina x Parcelamento	8	253,8940 NS
Resíduo 2	30	162,4651
Total	59	
Média Geral:	196,8863	
CV1:	6,71%	
CV2:	6,47%	

**significativo ao nível de 1% de probabilidade.

NS: não significativo.

Como pode ser observado tanto na Tabela 12 quanto na Figura 3, existiu um acréscimo do diâmetro da copa dos cafeeiros com o aumento da lâmina de irrigação aplicada, confirmando as afirmações de Matiello e Dantas (1987), Alves (1999) e Araújo (1982), de que a irrigação propicia o aumento do diâmetro das copas nos cafeeiros.

Assim como Alves (1999) observou que dois anos após o plantio os cafeeiros Acaia MG-1474, irrigados com lâmina equivalente a 100% da ECA, já alcançavam o diâmetro máximo médio da copa para a cultivar (1,88m), agora é possível visualizar, nas médias observadas da Tabela 12, que passados pouco mais de três anos e meio do plantio, o diâmetro da copa dos cafeeiros em todos os tratamentos irrigados já superou a média da referida cultivar, com exceção do tratamento não irrigado, que ainda não alcançou tal índice de crescimento.

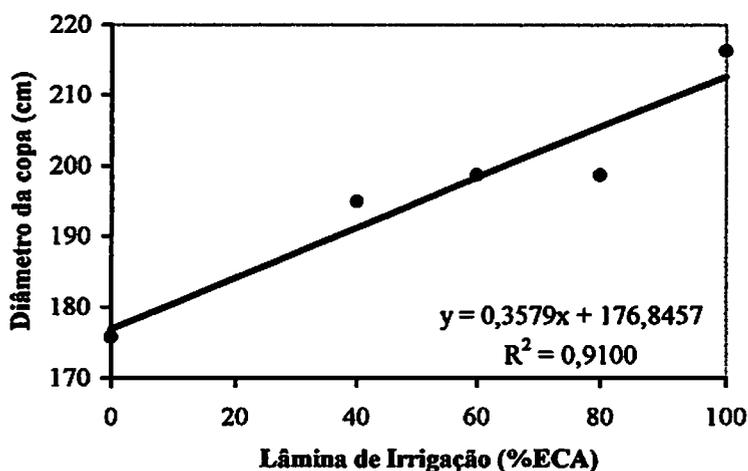


FIGURA 3: Efeito dos tratamentos de lâmina de irrigação sobre o diâmetro da copa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

TABELA 12: Valores médios dos diâmetros da copa observados, em função das lâminas de irrigação aplicadas, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Tratamento (%ECA)	Médias observadas (cm)
0	175,79
40	194,94
60	198,68
80	198,70
100	216,32

4.2.4 Número de ramos plagiotrópicos primários

Como pode ser percebido na Tabela 13, nenhum dos fatores analisados apresentou efeito significativo sobre o número de ramos plagiotrópicos primários nos cafeeiros, indicando não haver diferença para este parâmetro entre os tratamentos aplicados.

TABELA 13: Resumo da análise de variância dos dados obtidos em dezembro de 2000, na avaliação do número de ramos plagiotrópicos primários do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fator de Variação	G.L.	Q.M.
Bloco	3	40,2554 NS
Lâmina	4	201,8919 NS
Resíduo 1	12	64,5246
Parcelamento	2	19,3599 NS
Lâmina x Parcelamento	8	33,8886 NS
Resíduo 2	30	16,7689
Total	59	
Média Geral:	94,5897	
CV1:	8,49%	
CV2:	4,33%	

NS: não significativo.

Os valores médios observados em cada tratamento de lâmina de irrigação podem ser vistos na Tabela 14. É possível notar uma tendência no aumento dos ramos plagiotrópicos primários à medida que aumenta a lâmina de água aplicada através da irrigação, porém esta tendência não pode ser considerada como um padrão, pois os tratamentos de lâmina de irrigação não surtiram efeitos significativos estatisticamente.

Alves (1999), em suas análises neste mesmo experimento, também constatou que o tratamento L₁ (100%ECA) apresentava o maior número de ramos plagiotrópicos primários; porém, como nesta análise, esta superioridade não foi significativa estatisticamente.

TABELA 14: Valores médios observados do número de ramos plagiotrópicos primários em função das lâminas de irrigação aplicadas, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Tratamento (%ECA)	Médias observadas
0	89,70
40	92,57
60	95,49
80	94,39
100	100,79

4.2.5 Comprimento dos ramos plagiotrópicos primários

A análise estatística feita para o comprimento dos ramos plagiotrópicos primários não apresentou significância para a interação entre as lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação. Os fatores blocos, lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação apresentaram níveis de significância menores que 5%, 1% e 5%, respectivamente (Tabela 15).

O fator parcelamento da adubação foi submetido ao teste de médias de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, para verificar qual parcelamento de adubação estimularia mais o aumento do comprimento dos ramos plagiotrópicos primários. Na Tabela 16, nota-se a superioridade do tratamento com 9 parcelamentos de adubação para esta característica.

As diferenças entre os blocos pode ter sido provocada pela diferença de uma semana entre as datas das avaliações dos blocos 1 e 2 em relação aos blocos 3 e 4, em uma época de pleno desenvolvimento vegetativo. Como não provocaram interferência nas análises, estas diferenças foram desconsideradas.

TABELA 15: Resumo da análise de variância dos dados obtidos em dezembro de 2000, na avaliação do comprimento dos ramos plagiotrópicos primários do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fator de Variação	G.L.	Q.M.
Bloco	3	58,9771 *
Lâmina	4	245,5027 **
Resíduo 1	12	12,1138
Parcelamento	2	37,4045 *
Lâmina x Parcelamento	8	8,0702 NS
Resíduo 2	30	9,6395
Total	59	
Média Geral:	60,6858	
CV1:	5,74%	
CV2:	5,12%	

**significativo ao nível de 1% de probabilidade.

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

NS: não significativo.

TABELA 16: Resultado do teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, aplicado às médias do comprimento dos ramos plagiotrópicos primários do cafeeiro, em função dos parcelamentos de adubação, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Parcelamento	Comprimento médio (cm)	Grupo
3	59,52	1
6	60,34	1
9	62,19	2

Na Tabela 17 são apresentadas as médias observadas em cada tratamento de lâmina de irrigação. Nota-se novamente uma clara proporcionalidade entre as lâminas de irrigação aplicadas e o comprimento dos ramos plagiotrópicos primários avaliados. É visível, ainda, a grande diferença que separa os tratamentos não irrigados dos demais, principalmente das lâminas L₁ (100%ECA) e L₂(80% ECA).

TABELA 17: Valores médios observados dos comprimentos dos ramos plagiotrópicos primários, em função da lâminas de irrigação aplicadas, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Tratamento (%ECA)	Médias observadas (cm)
0	53,27
40	60,37
60	61,15
80	64,17
100	64,47

Na Figura 4 pode-se observar a equação linear determinada pela análise de regressão polinomial aplicada aos dados médios observados de comprimento dos ramos plagiotrópicos primários.

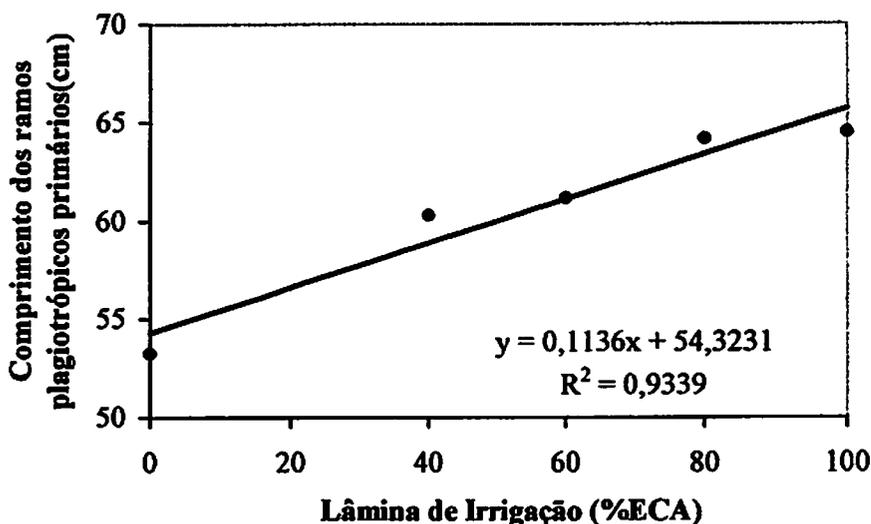


FIGURA 4: Efeito dos tratamentos de lâmina de irrigação sobre o crescimento dos ramos plagiotrópicos primários do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

4.2.6 Número de internódios nos ramos plagiotrópicos primários

O único fator que influenciou na quantidade de internódios nos ramos plagiotrópicos primários foi lâmina de irrigação (Tabela 18).

Na Tabela 19 estão inseridos os valores das médias observadas, demonstrando a tendência de aumento do número de internódios com aumento da lâmina de irrigação. Estudando mais profundamente esta tabela, observa-se um incremento no número de internódios da ordem de 17,64% para o tratamento L₁ (100%ECA), 16,90% para L₂ (80%ECA), 14,08% para L₃ (60%ECA) e de 12,83% para L₄ (40%ECA), quando comparados com o tratamento sem irrigação. Awatramani, Matheus e Matheu (1973) e Soares et al. (2000) também constataram que a irrigação promove aumento do número de internódios no cafeeiro, podendo, assim, elevar sua produção de frutos.

TABELA 18: Resumo da análise de variância dos dados obtidos em dezembro de 2000, na avaliação do número de internódios nos ramos plagiotrópicos primários do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaiá MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fator de Variação	G.L.	Q.M.
Bloco	3	2,0396 NS
Lâmina	4	19,1633 **
Resíduo 1	12	1,2150
Parcelamento	2	0,3773 NS
Lâmina x Parcelamento	8	0,6211 NS
Resíduo 2	30	0,5471
Total	59	
Média Geral:	19,8630	
CV1:	5,55%	
CV2:	3,72%	

**significativo ao nível de 1% de probabilidade.

NS: não significativo.

TABELA 19: Comportamento do número de internódios nos ramos plagiotrópicos primários, em função das lâminas de irrigação aplicadas, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Tratamento (%ECA)	Médias observadas
0	17,69
40	19,96
60	20,18
80	20,68
100	20,81

A aplicação da regressão polinomial apresentou equação quadrática mostrada na Figura 5, como a que melhor representou os dados médios observados nesta avaliação.

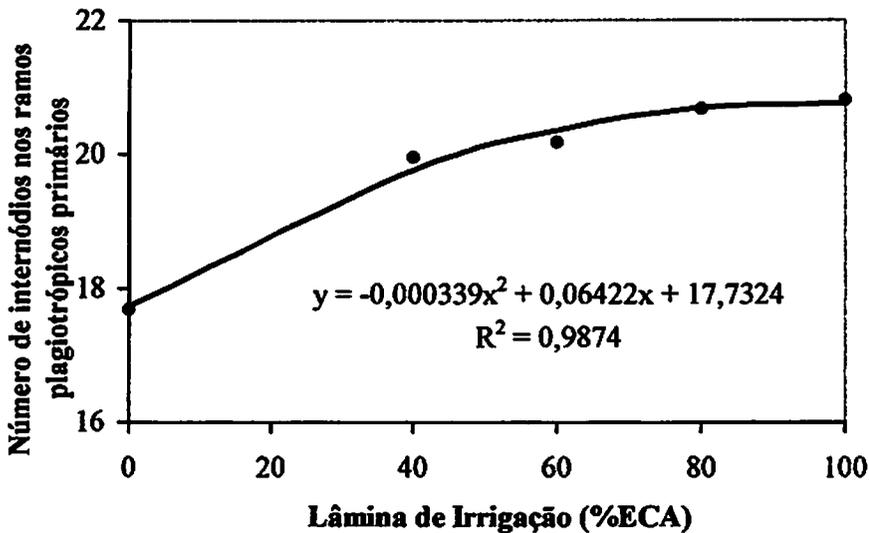


FIGURA 5: Efeito dos tratamentos de lâmina de irrigação sobre o número de internódios nos ramos plagiotrópicos primários do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaiaí MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

4.2.7 Número de ramificações secundárias nos ramos plagiotrópicos primários

O aumento do número de ramos secundários pode ser visto como aumento futuro da produção em um cafeeiro, pois estarão aumentando o número de gemas laterais com capacidade produtiva. No entanto, o lançamento excessivo de ramificações secundárias pode prejudicar a safra vindoura.

Hoje já é discutido que em algumas situações adversas, como um déficit hídrico, por exemplo, a diferenciação das gemas laterais do cafeeiro pode tender à formação de novos ramos, em prejuízo da formação de frutos. Alves (1999) constatou, em experimento com diferentes lâminas de irrigação, que houve decréscimo do número de ramificações secundárias com o aumento da lâmina de

água aplicada, confirmando o efeito do déficit hídrico no lançamento de novos ramos secundários.

Observando-se a Tabela 20, verifica-se que, com exceção dos blocos, nenhum outro fator apresentou-se como significativo, sugerindo não ter havido diferença entre os tratamentos aplicados e nem interação entre estes para o parâmetro em questão.

TABELA 20: Resumo da análise de variância dos dados obtidos em dezembro de 2000, na avaliação do número de ramos secundários nos ramos plagiotrópicos primários do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaiaá MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fator de Variação	G.L.	Q.M.
Bloco	3	10,9848 **
Lâmina	4	1,1582 NS
Resíduo 1	12	1,6796
Parcelamento	2	4,4425 NS
Lâmina x Parcelamento	8	5,8061 NS
Resíduo 2	30	2,8288
Total	59	
Média Geral:	3,0517	
CV1:	42,47%	
CV2:	55,11%	

**significativo ao nível de 1% de probabilidade.

NS: não significativo.

O provável motivo para a diferença significativa entre os blocos foi um severo ataque de formigas cortadeiras ocorrido em setembro de 2000, em várias subparcelas do Bloco 3. Este ataque, como mostram os elevados coeficientes de variação da Tabela 20, pode ter prejudicado a análise do número de ramos secundários nos plagiotrópicos, uma vez que quebra a dominância apical do cafeeiro, a tendência é que este aumente o lançamento de outros ramos, inclusive os secundários.

Para averiguar se realmente o problema estava localizado no bloco 3, foi aplicado o teste de médias de Scott-Knott ao nível de 1% de probabilidade, cujo resultado (Tabela 21) demonstra claramente o maior número de ramificações secundárias localizadas neste bloco.

TABELA 21: Resultado do teste de Scott-Knott, ao nível de 1% de probabilidade, aplicado às médias dos blocos para o fator número de ramos secundários nos ramos plagiotrópicos primários do cafeeiro, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Blocos	Médias observadas	Grupo
2	2,35	1
1	2,72	1
4	2,83	1
3	4,30	2

Na Tabela 22 encontram-se os valores das médias observadas em cada tratamento de lâmina de irrigação. Observando-se esta tabela, é possível perceber que não existe a tendência clara de aumento do número de ramos secundários com a redução da lâmina de irrigação aplicada, conforme identificado por Alves (1999). O fato de ter ocorrido um problema localizado no bloco 3 pode e deve reduzir a credibilidade nestes dados observados.

TABELA 22: Valores médios observados do número de ramos secundários nos ramos plagiotrópicos primários avaliados em função das lâminas de irrigação aplicadas, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Tratamento (%ECA)	Médias observadas
0	3,17
40	3,47
60	3,11
80	2,70
100	2,70

4.2.8 Épocas de irrigação

Os tratamentos com diferentes épocas de irrigação constituem uma unidade de observação do experimento, sendo instaladas nos blocos V e VI deste. Assim como nos tratamentos de lâmina de irrigação, foram avaliados todas as características de crescimento do cafeeiro.

Por se tratar de uma unidade de observação com apenas duas repetições, não foi realizado nenhum teste estatístico para verificar que tratamento apresentou melhores resultados, o que impossibilita sua utilização como referência científica. As informações obtidas das avaliações de épocas de irrigação servem apenas como indicativo de tendências que poderão orientar novos trabalhos.

Na Tabela 23 são apresentados os valores médios observados do crescimento do cafeeiro para cada tratamento de época utilizado.

TABELA 23: Valores médios obtidos em dezembro de 2000, na avaliação de crescimento do cafeeiro Acaia MG-1474, em função das épocas de irrigação, UFLA, Lavras-MG, 2000.

PARÂMETROS AVALIADOS	TRATAMENTOS				
	E ₀	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄
Diâmetro do caule (mm)	4,94	4,99	4,80	4,90	4,66
Altura da planta (cm)	233,23	248,59	233,55	240,59	227,09
Diâmetro da copa (cm)	195,13	201,01	192,29	193,13	186,88
Nº de ramos plagiotr. prim. (un)	91,80	94,14	93,11	92,73	89,71
Comp. ramos plagiotr. prim. (cm)	53,60	59,48	59,04	61,84	61,86
Nº intern. nos plag. prim. (un)	18,43	18,59	19,75	19,96	20,74
Nº ram. sec. nos plag. prim. (un)	2,63	5,44	3,11	4,43	5,43

Obs.: E₀ = abril a julho; E₁ = abril a junho; E₂ = abril e maio; E₃ = maio e junho; E₄ = agosto e setembro

Observando a Tabela 23, verifica-se que o tratamento E₁ (abril a junho) apresenta uma tendência de melhores resultados na maioria das características avaliadas. Não existe uma explicação lógica para o ocorrido, pois este

tratamento foi irrigado durante a mesma época do tratamento E₀ (abril a julho), com a diferença de que este último continuou sendo irrigado no mês de julho, recebendo, durante o ano, uma lâmina de água superior ao primeiro (Tabelas 3 e 4).

Fazendo uma análise crítica do ocorrido nos tratamentos de épocas de irrigação, fica evidente a necessidade da instalação de um experimento com o número mínimo de 3 repetições para que não exista dúvida a respeito dos resultados obtidos, podendo ser utilizado como referência para outros autores.

4.2.9 Considerações sobre o crescimento do cafeeiro

Observando o comportamento de todas as características de crescimento da cultura ao longo do período em que foram feitas as avaliações, foi possível verificar que durante os períodos secos dos anos de 1998 e 1999, os tratamentos irrigados se sobressairam ao não irrigado, com especial destaque ao tratamento com reposição de 100% da ECA. O tratamento sem irrigação, mesmo tendo se desenvolvido bem durante o período chuvoso, jamais obteve um incremento em seu desenvolvimento suficiente para alcançar os tratamentos irrigados.

Já no período seco do ano de 2000, não foi verificado o mesmo comportamento, obtendo, todos os tratamentos, o mesmo padrão de crescimento, confirmando a constatação de Faria e Siqueira (1988) de que após um determinado período, o aprofundamento das raízes dos cafeeiros não irrigados lhes permitiu uma melhor absorção de água no solo.

Nas Figuras 6 e 7 podem ser verificadas as curvas de crescimento de alguns parâmetros que apresentaram efeito significativo na última avaliação. Os dados para confecção da Figura 6 foram extraídos das avaliações feitas em setembro/97, dezembro/97, março/98, junho/98, setembro/98, janeiro/99, abril/99, novembro/99, janeiro/00, agosto/00 e dezembro/00. Para a confecção da Figura 7, foram utilizados os dados das 5 últimas avaliações citadas.

Na Figura 6b, verifica-se, entre os meses de abril/99 e novembro/99, uma redução acentuada na evolução do crescimento dos diâmetros de copa em todos os tratamentos, tomando-se, inclusive, negativo no tratamento sem irrigação. Este fato é explicado por compreender o período final de enchimento, maturação e colheita dos grãos, quando ocorreram algumas deficiências nutricionais, acarretando seca de ponteiros nos ramos plagiotrópicos. Além disso, este período compreendeu também os meses mais secos daquele ano.

Nas figuras 7a e 7b, pode ser observado, em um par de ramos plagiotrópicos novos selecionados em abril de 2000, o mesmo comportamento citado para os parâmetros de altura e diâmetro da copa no mesmo período compreendido entre estas avaliações.

Verifica-se que entre abril e novembro de 1999 (Figuras 7a e 7b), compreendendo o período seco daquele ano, novamente os tratamentos irrigados apresentaram crescimento superior ao do tratamento não irrigado, o qual não foi recuperado até o momento. No ano de 2000, outra vez observa-se não haver ganho significativo entre os tratamentos, confirmando novamente as suposições de Faria e Siqueira (1988).

As curvas das Figuras 6 e 7 demonstram o início de uma estabilização em relação ao crescimento entre as plantas, o que pode, num futuro próximo, eliminar as diferenças até então existentes entre os tratamentos, no que se refere às características que foram avaliadas.

Em uma análise geral, até o momento, pode-se verificar que o tratamento durante o ano todo, com 100% de reposição da ECA, foi o mais eficaz no crescimento do cafeeiro, e o tratamento que só recebeu a água provinda das chuvas (sem irrigação) apresentou os menores índices de crescimento durante o período de condução do experimento.

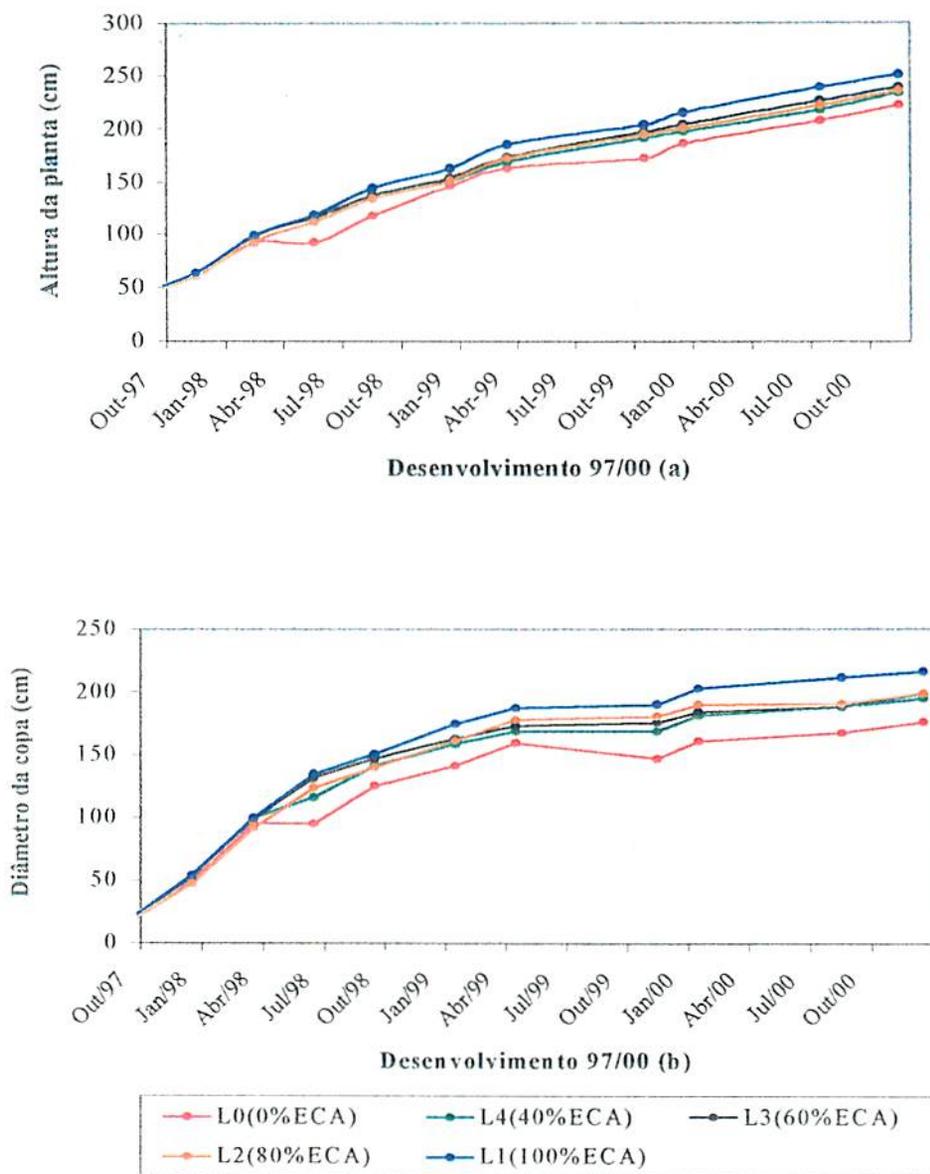


FIGURA 6: Curvas de evolução da altura da planta (a) e diâmetro da copa (b) no período de 16/10/1997 a 17/12/2000, UFLA, Lavras-MG, 2000.

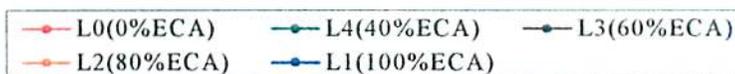
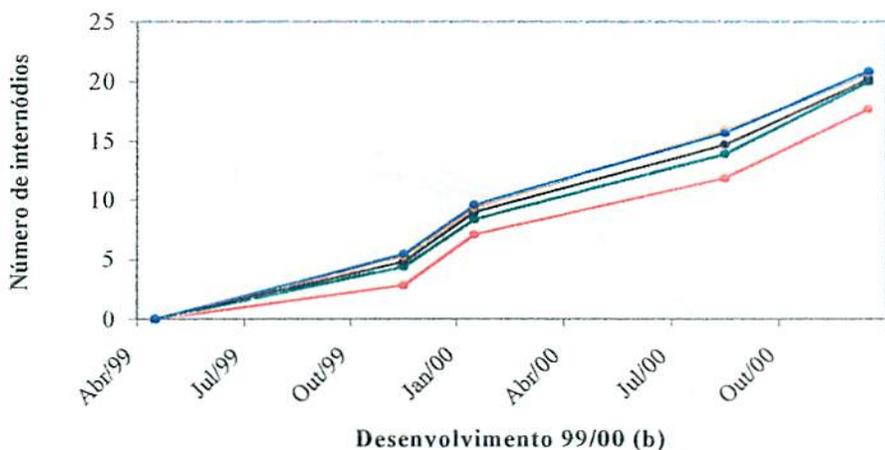
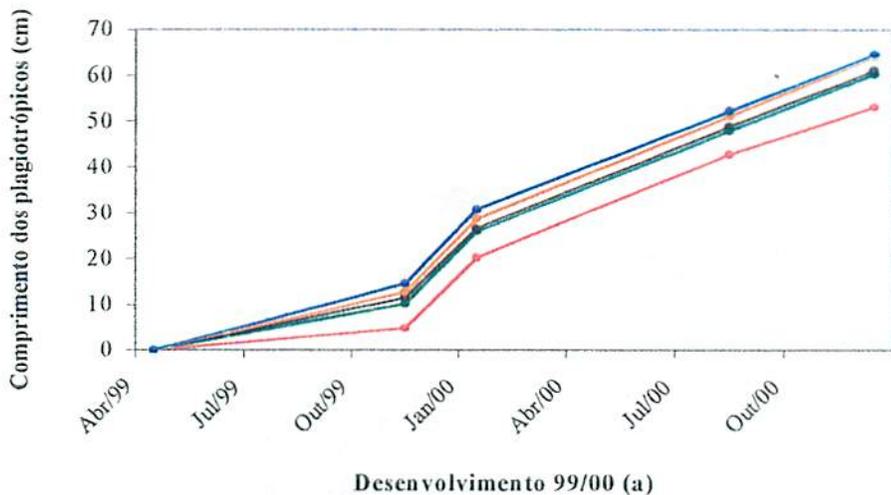


FIGURA 7: Curvas de evolução do comprimento dos ramos plagiotrópicos primários (a) e número de internódios nos ramos plagiotrópicos primários, no período entre 23/04/1999 e 17/12/2000, UFLA, Lavras-MG, 2000.

4.3 Produtividade e Rendimento

Para possibilitar uma melhor discussão sobre produtividade obtida até o momento nesta lavoura experimental, foi feito um desmembramento de todas as fases inerentes a esta.

Nos itens a seguir, são apresentados os dados analisados e comentários referentes à produtividade do cafeeiro na safra 1999/2000, expressos em litros/planta; rendimento, expresso em litros de café da roça/saca de 60kg de café beneficiado; produtividade do cafeeiro na safra 1999/2000, expressa em sacas de 60kg de café beneficiado/hectare; e produtividade acumulada das safras 1998/1999 e 1999/2000, expressa em sacas de 60kg de café beneficiado/hectare.

4.3.1 Produtividade do cafeeiro na safra 1999/2000, em litros/planta

A aplicação de diferentes lâminas de irrigação e a interação entre diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos de fertirrigação influenciaram significativamente na produtividade, em litros/planta, do cafeeiro Acaia MG-1474, não sendo verificado efeito significativo dos diferentes parcelamentos de fertirrigação, quando analisados isoladamente (Tabela 24).

Observando-se os valores médios em cada tratamento de lâmina da Tabela 25 e Figura 8, é possível verificar um sensível aumento da produtividade com o aumento da lâmina aplicada, à exceção do que ocorreu entre os tratamentos L_1 (100%ECA) e L_2 (80%ECA), que obtiveram produtividade muito semelhantes, existindo apenas uma pequena superioridade do L_2 (80%ECA).

Um dos motivos para tal semelhança pode ser atribuído à menor produtividade do tratamento L_2 na primeira safra da lavoura experimental, citado por Alves (1999), no qual, por indícios de deficiência de boro nas plantas, a diferenciação das gemas laterais tendeu a produzir novos ramos, o que certamente influenciou na safra seguinte, aqui analisada.

TABELA 24: Resumo da análise de variância da produtividade, em litros/planta, do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, na safra 1999/2000, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fator de Variação	G.L.	Q.M.
Bloco	3	7,2494 NS
Lâmina	4	2241,37 *
Resíduo 1	12	4,5905
Parcelamento	2	2,7498 NS
Lâmina x Parcelamento	8	4,9601 **
Resíduo 2	30	1,2933
Total	59	
Média Geral:	50,5064	
CV1:	38,91%	
CV2:	20,65%	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

NS: não significativo.

TABELA 25: Valores médios observados de produtividade, em litros/planta, em função das diferentes lâminas de irrigação aplicadas, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Tratamento (%ECA)	Médias observadas (litros/planta)
0	3,41
40	4,97
60	5,85
80	6,72
100	6,59

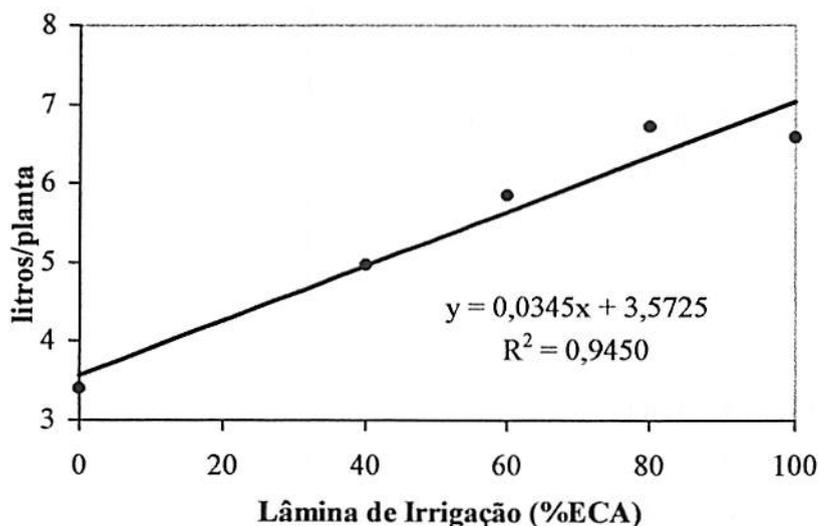


FIGURA 8: Efeito dos tratamentos de lâmina de irrigação sobre a produtividade, em litros/planta, do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaiá MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Ainda analisando os valores médios observados na Tabela 25, relativos aos tratamentos de lâminas de irrigação, verifica-se um incremento na produtividade, em litros/planta, da ordem de 45,75% para o tratamento L_4 , 75,55% para L_3 , 97,07% para L_2 e 93,26% para L_1 , quando comparados com o tratamento sem irrigação (L_0).

Dada a interação significativa entre os fatores analisados, foi feita a análise do desdobramento de parcelamentos de adubação dentro de lâminas de irrigação, apontando interação significativa somente para o tratamento L_1 . Aplicado o teste de médias de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, verifica-se que para este tratamento de lâmina, a adubação deve ser efetuada em 3 ou 9 parcelamentos, com uma leve tendência, não significativa, para a divisão do parcelamento de adubação em apenas 3 vezes (Tabela 26).

TABELA 26: Resultado do teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, aplicado às médias de produtividade do cafeeiro, em litros/planta, em função da interação entre as lâminas de irrigação e os parcelamentos de adubação, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Lâmina	Parcelamento	Média (litros/planta)	Grupo
L ₁	6	4,57	1
	9	6,84	2
	3	8,35	2

4.3.2 Rendimento obtido na safra 1999/2000

O rendimento do café expressa o volume necessário deste grão colhido para compor uma saca de café beneficiado, com peso de 60kg. Obviamente, tão melhor será este rendimento quanto menor for o volume de café necessário para compor uma saca.

Na Tabela 27 é apresentado um resumo da análise de variância do rendimento do café colhido na safra 99/00. É demonstrado, nesta Tabela, que o único fator que influenciou significativamente no rendimento foram lâminas de irrigação.

Aplicada a análise de regressão polinomial para os tratamentos de lâmina, verificou-se que a equação quadrática apresentada na Figura 9 é a que melhor representa estatisticamente os dados médios observados de rendimento.

Os valores de rendimento médio observados (Tabela 28 e Figura 9) demonstram claramente, para este parâmetro, a superioridade dos tratamentos irrigados em relação ao não irrigado. Observa-se também, que dentre os tratamentos irrigados, o L₁ foi o que apresentou o melhor rendimento, e os tratamentos L₂, L₃ e L₄ apresentaram valores muito próximos.

Na Tabela 28, é possível notar que o tratamento L₂ não seguiu a tendência de melhora do rendimento com o aumento da lâmina aplicada. Este fato pode ser relacionado à deficiência de boro detectada por Alves (1999), em

algumas subparcelas deste tratamento, a qual provavelmente influenciou no enchimento dos grãos.

TABELA 27: Resumo da análise de variância do rendimento, em litros de café da roça/saca de 60kg de café beneficiado, do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, na safra 1999/2000, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fator de Variação	G.L.	Q.M.
Bloco	3	159,3000 NS
Lâmina	4	31025,5290 **
Resíduo 1	12	2035,7222
Parcelamento	2	2372,5416
Lâmina x Parcelamento	8	1457,1217
Resíduo 2	30	744,9391
Total	59	
Média Geral:	474,7524	
CV1:	9,50%	
CV2:	5,75%	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

NS: não significativo.

TABELA 28: Valores médios observados do rendimento, em função das diferentes lâminas de irrigação aplicadas, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Tratamento (%ECA)	Médias observadas (litros/saca 60kg)
0	562,20
40	461,39
60	458,15
80	463,16
100	428,86

Os valores de rendimento encontrados nesta safra coincidem com as observações de Freire e Miguel (1984), que constataram redução no rendimento dos grãos, quando os cafeeiros são submetido a um déficit hídrico.

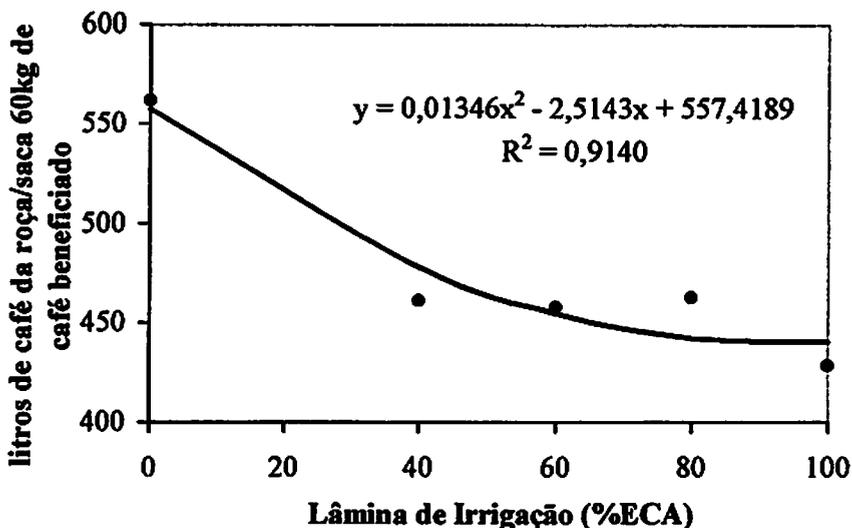


FIGURA 9: Efeito dos tratamentos de lâmina de irrigação sobre o rendimento, em litros de café da roça/saca de 60kg de café beneficiado, do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

4.3.3 Produtividade do cafeeiro na safra 1999/2000, em sacas de 60kg de café beneficiado/hectare

Extrapolando a combinação dos itens 4.3.1 e 4.3.2 para uma área equivalente a 1 hectare, foi obtida a produtividade do cafeeiro Acaia MG-1474, em sacas/hectare, correspondente à safra de 1999/2000.

Como pode ser verificado na Tabela 29, a produtividade do cafeeiro, em sacas de 60kg de café beneficiado/hectare, foi influenciada significativamente pelos diferentes tratamentos de irrigação aplicados e pela interação entre estes tratamentos de irrigação e os diferentes parcelamentos de adubação utilizados. O fator parcelamento de adubação, isoladamente, não exerceu influência

significativa sobre este parâmetro, demonstrando que, em geral, poderia ser realizado em 3, 6 ou 9 vezes.

TABELA 29: Resumo da análise de variância da produtividade, em sacas de 60kg de café beneficiado/hectare, do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, na safra 1999/2000, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fator de Variação	G.L.	Q.M.
Bloco	3	973,8703 NS
Lâmina	4	4896,7945 **
Resíduo 1	12	799,1165
Parcelamento	2	348,2565 NS
Lâmina x Parcelamento	8	677,1349 **
Resíduo 2	30	192,8207
Total	59	
Média Geral:	66,5018	
CV1:	42,51%	
CV2:	21,04%	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

NS: não significativo.

Analisando os valores das médias observadas na Tabela 30, verifica-se um expressivo aumento na produtividade dos cafeeiros irrigados em relação aos que somente receberam a água da chuva. O incremento provocado pela irrigação na produtividade do cafeeiro foi impressionante, chegando aos valores de 146,38% no tratamento L₁(100%ECA), 134,43% no L₂(80%ECA), 107,80% no L₃(60%ECA) e 75,78% no L₄(40%ECA).

Observando a produtividade do tratamento L₀ (Tabela 30), pode-se verificar que mesmo sem irrigação, este ainda obteve uma produtividade bem superior à média nacional, que gira em torno de 10 a 20 sacas de café beneficiado por hectare (Ministério..., 1996).

TABELA 30: Valores médios observados da produtividade, em sacas de 60kg de café beneficiado/hectare, em função das diferentes lâminas de irrigação aplicadas, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Tratamento (%ECA)	Médias observadas (sacas/hectare)
0	34,48
40	60,61
60	71,65
80	80,83
100	84,95

Feita a análise de regressão polinomial, aplicada aos tratamentos de lâmina, a equação linear mostrada na Figura 10 foi a que melhor se adequou aos dados médios observados, mostrando uma clara tendência de proporcionalidade entre o aumento da lâmina de irrigação aplicada, com o aumento da produtividade.

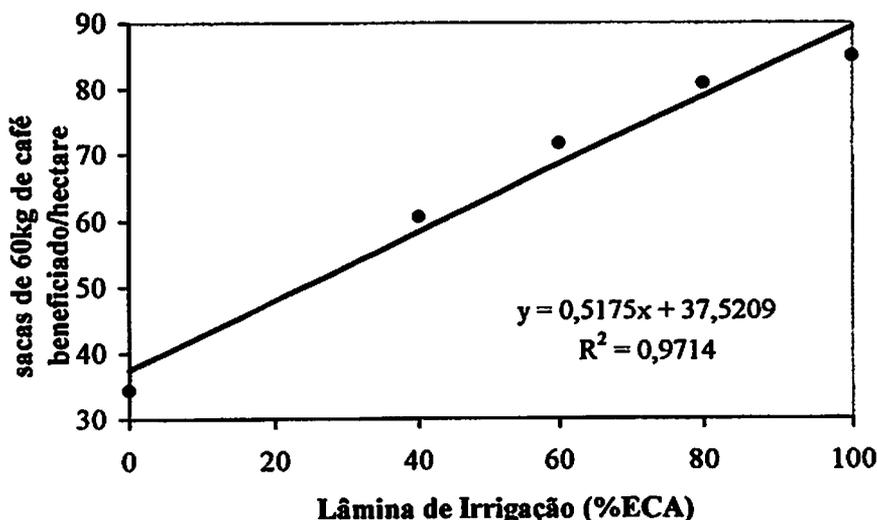


FIGURA 10: Efeito dos tratamentos de lâmina de irrigação sobre a produtividade, em sacas de 60kg de café beneficiado/hectare, do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Assim como na primeira safra (1998/1999), citada por Alves (1999), o tratamento que apresentou a maior produtividade foi o que utilizou a reposição de água equivalente a 100% da evaporação do tanque Classe A (L_1). Ao contrário da safra anterior, o tratamento L_2 (80%ECA) também apresentou excelente produtividade nesta safra, praticamente igualando-se ao L_1 e bem superior ao L_3 (60%ECA).

Uma importante observação pode ser feita comparando-se a produtividade, em litros/planta, da Tabela 25, com a produtividade, em sacas/hectare, da Tabela 30. Verifica-se que o tratamento L_2 , mesmo obtendo uma produtividade (litros/planta) superior ao L_1 na colheita, apresenta, após a secagem e beneficiamento, uma produtividade (sacas de 60kg de café beneficiado/hectare) inferior à daquele. O motivo para tal variação pode ser aferido na Tabela 28, na qual se pode notar que o tratamento L_1 teve um rendimento (litros de café da roça/saca de 60kg de café beneficiado) bastante superior ao L_2 .

Os dados de produtividade apresentados vêm confirmar a constatação de Alves (1999) em trabalho conduzido na mesma lavoura experimental, além das de inúmeros outros autores a cerca dos efeitos positivos da irrigação na produção de cafeeiros (Barreto et al., 1972; Araújo, 1989; Njoroge, 1989; Reis Miguel e Oliveira, 1990; Fernandes et al., 1998b; Soares et al., 2000 e Nonino, 2000 entre outros).

Dado o efeito significativo da interação entre os fatores lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação, foi feito o desdobramento dos parcelamentos dentro das lâminas, apontando a interação significativa somente para o tratamento L_1 (100%ECA). Para verificar qual o melhor parcelamento de adubação dentro desta lâmina, foi aplicado o teste de médias de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, sendo seu resultado apontado na Tabela 31.

TABELA 31: Resultado do teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, aplicado às médias de produtividade, em sacas de 60kg de café beneficiado/hectare, do cafeeiro em função da interação entre as lâminas de irrigação e os parcelamentos de adubação, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Lâmina	Parcelamento	Média (sacas/hectare)	Grupo
L ₁	6	63,17	1
	9	83,53	1
	3	108,14	2

Como pode ser observado na Tabela 31, para o tratamento de lâmina equivalente a 100% da evaporação do tanque Classe A (L₁), a melhor maneira de se efetuar as adubações via água de irrigação, dentre os testados, é dividindo-as em apenas 3 parcelamentos anuais, durante o período chuvoso. Os dados obtidos confrontam-se com os dados obtidos por Sorice (1998) e com as técnicas normalmente recomendadas para este procedimento, as quais recomendam o maior número de parcelamentos possível. A inexistência de estudos utilizando um número reduzido de parcelamentos de adubação via água de irrigação não permite uma discussão mais avançada sobre o assunto, mostrando a necessidade de estudos mais específicos nesta área.

4.3.4 Produtividade acumulada das safras 1998/1999 e 1999/2000, em sacas de 60kg de café beneficiado/hectare

O estudo da produtividade acumulada nas duas primeira safras permite visualizar melhor o real potencial, até aqui, dos tratamentos aplicados ao cafeeiro, eliminando as variações de produtividade dentro de um mesmo tratamento nas safras estudadas.

A Tabela 32 mostra que somente os tratamentos de lâmina de irrigação e a interação entre lâminas de irrigação e parcelamento de adubação exerceram efeito significativo sobre a produtividade acumulada nas duas primeiras safras do cafeeiro Acaíá MG-1474. Os diferentes parcelamentos de adubação,

isoladamente, não diferiram entre si, demonstrando a possível utilização de quaisquer um entre os testados.

TABELA 32: Resumo da análise de variância da produtividade acumulada, em sacas de 60kg de café beneficiado/hectare, do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, na safra 1999/2000, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fator de Variação	G.L.	Q.M.
Bloco	3	889,1359 NS
Lâmina	4	9758,0529 **
Resíduo 1	12	13337,2797
Parcelamento	2	187,1948 NS
Lâmina x Parcelamento	8	1588,4154 *
Resíduo 2	30	618,2737
Total	59	
Média Geral:	126,1863	
CV1:	28,98%	
CV2:	19,71%	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

NS: não significativo.

Na Tabela 33 são mostradas as médias observadas para cada tratamento de lâmina de irrigação utilizado. Verifica-se, nesta tabela, que o tratamento correspondente à lâmina de 100% da ECA apresenta a maior produtividade, assim como constatado por Alves (1999) na primeira produção, e como apresentado na Tabela 30, relativa à segunda produção.

A análise de regressão polinomial aplicada às médias observadas nos tratamentos de lâmina de irrigação, apontou a equação linear mostrada na Figura 11, como a melhor representação do ocorrido nestes tratamentos. Verifica-se novamente, assim com no item 4.3.3, uma proporcionalidade entre o aumento da quantidade de água aplicada e o aumento da produtividade.

TABELA 33: Valores médios observados, em sacas/hectare, da produtividade acumulada, em função das diferentes lâminas de irrigação aplicadas, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Tratamento (%ECA)	Médias observadas (sacas/hectare)
0	81,29
40	119,21
60	133,81
80	139,65
100	156,99

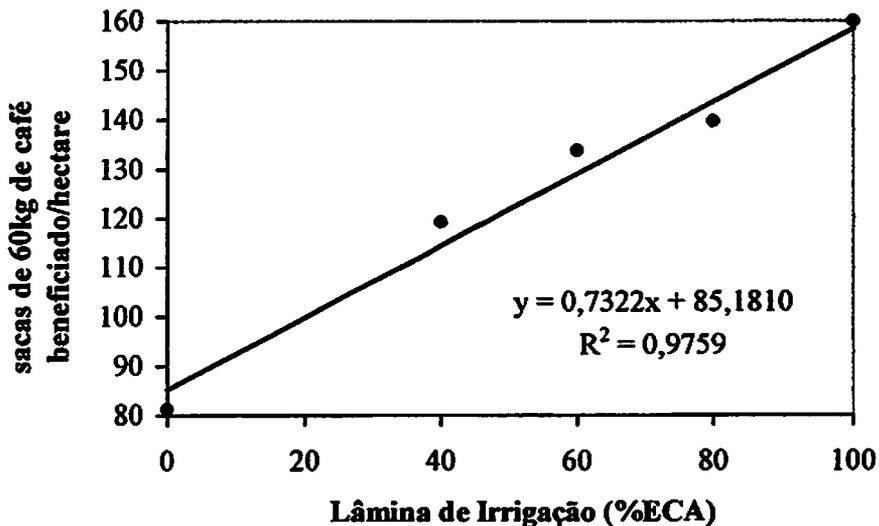


FIGURA 11: Efeito dos tratamentos de lâmina de irrigação sobre a produtividade acumulada, em sacas de 60kg de café beneficiado/hectare, do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Nas duas primeiras safras, colhidas até o momento, a irrigação proporcionou um incremento médio na produtividade, de 93,12% no tratamento L_1 (100%ECA), 71,80% no L_2 (80%ECA), 64,61% no L_3 (60%ECA) e de 46,65% no tratamento L_4 (40%ECA), quando comparados com o tratamento sem

irrigação. Com isso, pode-se facilmente verificar o alto potencial da irrigação em aumentar a produção dos cafeeiros na região Sul de Minas.

Como os dados apresentados na Tabela 30, estes, da Tabela 33, novamente confirmam as constatações de vários autores, já citados no item 4.3.3, a cerca dos benefícios da irrigação sobre o aumento da produtividade dos cafeeiros.

O desdobramento de parcelamentos de irrigação dentro de lâminas de irrigação apontou como significativa apenas a interação entre parcelamentos de adubação e a lâmina equivalente a 100%ECA (L_1). Aplicando-se o teste de médias de Scott-Knott, ao nível e 5% de probabilidade, verificou-se qual o melhor parcelamento dos fertilizantes para a lâmina em questão (Tabela 34).

TABELA 34: Resultado do teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, aplicado às médias de produtividade acumulada, em sacas de 60kg de café beneficiado/hectare, do cafeeiro em função da interação entre as lâminas de irrigação e os parcelamentos de adubação, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Lâmina	Parcelamento	Média (sacas/hectare)	Grupo
L_1	6	124,73	1
	9	161,81	2
	3	184,43	2

Através da Tabela 34, verifica-se que para o tratamento L_1 , a adubação deve ser dividida em 3 ou 9 parcelamentos, com uma tendência, mesmo que não significativa, para que seja dividida em 3 parcelamentos. Novamente ressalta-se a necessidade de estudos específicos para a determinação do melhor parcelamento da adubação a ser adotado, uma vez que, novamente, um parcelamento não recomendado para quem utiliza a água como veículo de aplicação de adubos apresenta o melhor resultado de produtividade.

4.3.5 Épocas de irrigação

Os tratamentos em que os cafeeiros eram irrigados em diferentes épocas do ano constituíam uma unidade de observação, constando de apenas duas repetições (blocos V e VI). Por não constarem de no mínimo três repetições, seus dados observados não foram submetidos a nenhum tratamento estatístico, podendo ser utilizados apenas como uma indicação da necessidade de estudos mais completos a este respeito.

Na Tabela 35 são apresentados os valores de produtividade (litros/planta), rendimento (litros de café da roça/saca de 60kg de café beneficiado) e produtividade (sacas/ha) obtidos na safra de 1999/2000, além da produtividade acumulada (sacas de 60kg de café beneficiado/hectare) das duas primeiras safras até então realizadas, observados nos tratamentos de época de irrigação.

Analisando a Tabela 35, verifica-se claramente que o tratamento E₃ (maio e junho) obteve uma tendência de melhores resultados até o momento. Este resultado causa perplexidade, pois junto aos tratamentos E₀ (abril a julho) e E₁ (abril a junho), o tratamento E₃ recebeu água de irrigação nos meses de maio e junho; porém, além destes meses, o tratamento E₀ recebeu água em abril e julho e o tratamento E₁ foi irrigado também em abril. Consultando a Tabela 4 do item 4.1, observa-se, portanto, que E₃ recebeu a menor quantidade de água entre os três tratamentos, induzindo a conclusão, provavelmente errada, de que o cafeeiro necessita de uma menor quantidade de água para obter maior produtividade.

Por se tratar apenas de observações, não há como chegar a uma conclusão correta sobre o fato ocorrido, confirmando, assim, a necessidade de estudos científicos a este respeito.

TABELA 35: Valores médios dos parâmetros de produtividade e rendimento na safra 99/00 e produtividade acumulada, do cafeeiro Acaia MG-1474, em função das épocas de irrigação, UFLA, Lavras-MG, 2000.

CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	TRATAMENTOS				
	E ₀	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄
Produtividade 99/00 (lit./planta)	5,95	4,62	4,78	5,68	3,57
Rendimento 99/00 (lit./sc. 60kg)	538,74	546,60	512,22	491,27	485,36
Produtividade 99/00 (sc/ha)	61,87	47,06	52,02	62,53	40,29
Produtividade acumulada (sc/ha)	110,56	111,88	94,22	124,64	89,33

Obs.: E₀ = abril a julho; E₁ = abril a junho; E₂ = abril e maio; E₃ = maio e junho; E₄ = agosto e setembro

4.3.6 Considerações sobre a produtividade do cafeeiro

Após realizadas todas as avaliações a respeito do potencial produtivo do café sob regime de irrigação nas duas últimas safras desta lavoura experimental, as surpresas com os resultados obtidos não foram muitas, uma vez que, visualmente, esta lavoura já dava indícios do que poderia produzir.

Um fato importantíssimo ocorrido neste experimento deve ser ressaltado: Para as avaliações das cargas pendentes, antes das duas safras, foi considerada a produtividade média esperada entre os diversos tratamentos, sendo que, da combinação desta avaliação com o teor médio de nutrientes no solo e na planta, foi feita uma única recomendação de fertilizantes para toda a lavoura. Esta decisão foi tomada para que os únicos diferenciais entre os tratamentos fossem as diferentes lâminas e épocas de irrigação e os diferentes parcelamentos, não havendo, em hipótese alguma, a interferência de adubações diferenciadas.

Ocorre que, ao tomar esta decisão, os tratamentos mais produtivos foram sistematicamente prejudicados em dois anos consecutivos, uma vez que apresentaram produtividade muito superior às médias utilizadas nas recomendações. Com isso, principalmente o tratamento L₁ (100%ECA) apresentou severas deficiências nutricionais durante o enchimento dos grãos

nestas duas safras, chegando inclusive a perder ramos plagiotrópicos. Este fato pode ter afetado a safra 1999/2000, e ainda afetar a safra 2000/2001, uma vez que estes ramos perdidos são responsáveis pelas produções futuras do cafeeiro.

Chama a atenção também o fato dos tratamentos irrigados o ano todo apresentarem em média, produtividade bem superior aos que foram irrigados somente em épocas previamente determinadas. Este fato deve ser considerado somente como observação, não pode ser conclusivo, uma vez que os tratamentos de épocas testados faziam parte de uma unidade de observação.

Este trabalho deve ter continuidade por um período mais longo. Só assim vai ser possível atestar, com firmeza, qual a melhor maneira de manejar a irrigação em cafeeiros nas diversas fases de crescimento.

4.4 Qualidade do café

Neste trabalho foram avaliados dois importantes parâmetros para a verificação da qualidade dos grãos de café colhidos: a análise da qualidade da bebida e a separação por peneiras.

Nos itens a seguir, são apresentados os resultados das análises de qualidade da bebida pelos métodos sensorial (“prova de xícara”) e químico (polifenoloxidase) e da separação por peneiras, referentes às duas primeiras safras colhidas até aqui (1998/1999 e 1999/2000).

4.4.1 Qualidade da bebida do café

A bebida do café é de fundamental importância na negociação de preços entre produtores e compradores de café. Existe ainda, entre muitos produtores, o receio de que a utilização da irrigação em cafeeiros prejudique a qualidade da bebida do café colhido. Os argumentos para tal receio são de que o aumento da umidade, provocado pela irrigação, pode facilitar a fermentação dos frutos, tanto do chão quanto da planta.

Na Tabela 36 são mostrados os resultados das análises da qualidade da bebida do café feitas pelo método químico e pela prova de xícara, correspondentes às safras de 1998/1999 e 1999/2000.

TABELA 36: Resultado das análises de qualidade da bebida do café colhido nas safras de 1998/1999 e 1999/2000, pelos métodos químico e prova de xícara, em função das lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação, aplicados ao cafeeiro Acaia MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Lâmina de irrigação	Parcelamentos de adubação	BEBIDA			
		SAFRA 98/99		SAFRA 99/00	
		Método químico	Prova de xícara	Método químico	Prova de xícara
L ₀	3	m/am	dura	m/am	dura
	6	dura	dura	dura	dura
	9	dura	dura	dura	dura
L ₁	3	dura	dura	dura	dura
	6	dura	dura	dura	dura
	9	m/am	dura	dura	dura
L ₂	3	dura	dura	dura	dura
	6	m/am	dura	dura	dura
	9	dura	dura	m/am	dura
L ₃	3	dura	dura	dura	dura
	6	m/am	dura	dura	dura
	9	m/am	dura	m/am	dura
L ₄	3	m/am	dura	dura	dura
	6	dura	dura	dura	dura
	9	m/am	dura	dura	dura

Obs.: m/am = mole/penas mole; L₁ = 100%ECA; L₂ = 80%ECA; L₃ = 60%ECA; L₄ = 40%ECA; L₀ = 0%ECA.

Através da análise sensorial, pela prova de xícara, observa-se, na Tabela 36, que nas duas safras colhidas até o momento, não houve nenhuma variação entre os tratamentos utilizados, referente à qualidade da bebida, sendo o café proveniente de todos os tratamentos classificado como bebida “dura”. Chagas e Costa (1996) já criticavam o fato de, normalmente, os melhores cafés serem

selecionados como no máximo bebida “dura” nas análises feitas através da prova de xícara.

Para que houvesse um melhor refinamento da análise de bebida, foi feita a análise química (polifenoloxidase), na qual a bebida de alguns tratamentos já apresentou um melhor padrão de qualidade. Porém, o que se observa na Tabela 36 é a inexistência de uma tendência clara, neste parâmetro, diferenciando os diversos tratamentos utilizados.

O que se pode verificar comparando as análises químicas das duas safras é uma ligeira perda de qualidade da bebida nos tratamentos irrigados, na safra 1999/2000, comparativamente à safra anterior, provavelmente provocada pelo maior número de floradas ocorridas nestes tratamentos, nesta safra.

4.4.2 Separação por peneiras

A separação do café beneficiado em peneiras é de fundamental importância para a uniformidade na torração do mesmo, sendo utilizada principalmente pelas indústrias torrefadoras. Neste trabalho, a separação do café em peneiras objetivou identificar a granação dos frutos colhidos nos diferentes tratamentos de irrigação utilizados.

Na Tabela 37 são apresentadas as porcentagens médias da distribuição em peneiras dos grãos beneficiados na safras 1998/1999 e 1999/2000, referentes aos tratamentos de lâmina de irrigação. Com base nesta tabela, principalmente na última safra, pode-se verificar uma maior porcentagem de grãos maiores (peneira 16 e acima) nos tratamentos irrigados, em relação ao não irrigado, indicando uma melhor granação dos frutos de café nestes tratamentos.

TABELA 37: Porcentagens médias da distribuição em peneiras, dos grão de café beneficiados provenientes das safras 1998/1999 e 1999/2000, relativas aos tratamentos de diferentes lâminas de irrigação aplicadas ao cafeeiro Acaia MG-1474, UFLA, Lavras, 2000.

Lâminas de Irrigação	Safrá 98/99			Safrá 99/00		
	P16 e acima (%)	Abaixo de P16 (%)	Mocas (%)	P16 e acima (%)	Abaixo de P16 (%)	Mocas (%)
L ₀	75,92	24,08	18,13	71,05	28,95	22,08
L ₁	82,97	17,03	12,22	86,59	13,07	13,02
L ₂	77,68	22,32	13,09	84,96	15,04	22,14
L ₃	81,84	18,16	14,79	84,53	15,47	11,44
L ₄	72,91	27,09	14,04	85,28	14,72	14,38

Obs.: P16 = peneira 16; L₀ = 0%ECA; L₁ = 100%ECA; L₂ = 80%ECA; L₃ = 60%ECA; L₄ = 40%ECA.

Observando a elevada porcentagem de grãos “moca” referente ao tratamento L₂ na safra 1999/2000, da Tabela 37 e confrontando este dado com o do mesmo tratamento mostrado na Tabela 28 do item 4.3.2, que apresenta o rendimento médio por tratamento, pode-se verificar que o baixo rendimento (litros de café da roça/saca de 60kg de café beneficiado) apresentado por este tratamento deve-se ao fato de muitos de seus frutos apresentarem apenas um grão, ou seja, somente foi fecundado um óvulo, possivelmente devido à deficiência de boro relatada por Alves (1999), pois segundo, Malavolta (1993), o boro é essencial na germinação do tubo polínico.

Assim como Lacerda et al. (2000) verificaram que a presença de grãos menores reduziu o rendimento do café na safra 2000 em Marília-SP, o mesmo pôde ser constatado no tratamento L₀, o qual apresentou o mais baixo rendimento entre todos os tratamentos (Tabela 28, item 4.3.2), provavelmente causado pelo menor tamanho dos grãos e alto percentual de mocas (Tabela 37).

O tratamento L₁, com 100% de reposição da ECA, apresentou nas duas safras consecutivas o maior percentual de grão retidos nas peneiras 16 e acima desta, mostrando que obteve a melhor granação entre todos os tratamentos.

4.4.3 Épocas de irrigação

Os dados referentes às análises de qualidade da bebida do café para os tratamentos de épocas de irrigação e parcelamentos de adubação podem ser observados na Tabela 38. Assim como nos tratamentos de lâmina de irrigação, não há uma tendência clara sobre qual tratamento produziu a melhor bebida.

Novamente, verifica-se que a irrigação por gotejamento, do cafeeiro Acaia MG-1474 não interfere na qualidade da bebida do café.

O que chamou a atenção na Tabela 38 foi o tratamento E₃ com 6 parcelamentos de adubação, na safra 99/00, ter sido o único a apresentar a bebida, determinada, na prova de xícara, “mole/apenas mole”. Todos os demais tratamentos, nas duas safras, sempre apresentaram um padrão único de bebida determinado na prova de xícara, sendo sempre classificados como bebida “dura”.

TABELA 38: Resultado das análises de qualidade da bebida do café colhido nas safras de 1998/1999 e 1999/2000, pelos métodos químico e prova de xícara, em função das épocas de irrigação e parcelamentos de adubação, aplicados ao cafeeiro Acaiá MG-1474, UFLA, Lavras-MG, 2000.

Época de irrigação	Parcelamentos de adubação	BEBIDA			
		SAFRA 98/99		SAFRA 99/00	
		Método químico	Prova de xícara	Método químico	Prova de xícara
E ₀	3	dura	dura	dura	dura
	6	dura	dura	m/am	dura
	9	m/am	dura	dura	dura
E ₁	3	m/am	dura	dura	dura
	6	dura	dura	dura	dura
	9	m/am	dura	m/am	dura
E ₂	3	dura	dura	dura	dura
	6	m/am	dura	dura	dura
	9	dura	dura	m/am	dura
E ₃	3	m/am	dura	m/am	dura
	6	dura	dura	dura	m/am
	9	a/am	dura	m/am	dura
E ₄	3	m/am	dura	dura	dura
	6	m/am	dura	dura	dura
	9	dura	dura	m/am	dura

Obs.: m/am = mole/apenas mole; E₀ = abril a julho; E₁ = abril a junho; E₂ = abril e maio; E₃ = maio e junho; E₄ = agosto e setembro.

Quando feita a separação dos grãos de café em peneiras, verifica-se, na Tabela 39, que os tratamentos de época, em média, apresentam os mesmos padrões de distribuição percentual entre si. A exceção se faz ao tratamento E₄, que nas duas safras consecutivas apresentou a menor quantidade de “mocas”, revelando que a irrigação em agosto e setembro permite uma melhor formação dos grãos de café.

TABELA 39: Porcentagens médias da distribuição em peneiras, dos grão de café beneficiados provenientes das safras 1998/1999 e 1999/2000, relativas aos tratamentos de diferentes épocas de irrigação aplicadas ao cafeeiro Acaia MG-1474, UFLA, Lavras, 2000.

Lâminas de Irrigação	Safrá 98/99			Safrá 99/00		
	P16 e acima (%)	Abaixo de P16 (%)	Mocas (%)	P16 e acima (%)	Abaixo de P16 (%)	Mocas (%)
E ₀	76,17	23,83	19,82	74,09	25,91	21,22
E ₁	80,30	19,70	15,64	79,73	20,27	19,93
E ₂	75,82	24,18	17,25	77,06	22,94	24,26
E ₃	74,76	25,24	16,47	79,51	20,49	22,25
E ₄	71,23	28,77	13,11	83,27	16,73	11,37

Obs.: P16 = peneira 16; E₀ = abril a julho; E₁ = abril a junho; E₂ = abril e maio; E₃ = maio e junho; E₄ = agosto e setembro.

4.5 Monitoramento da umidade

São poucos os produtores de café, usuários de sistemas de irrigação, que possuem algum tipo de equipamento para realização do manejo da água aplicada. Dentre estes poucos produtores, boa parte utiliza o tensiômetro como ferramenta de decisão do momento de irrigar, porém são escassos os dados para determinação deste momento.

A instalação de tensiômetros na área experimental permitiu, durante o período de um ano, visualizar o comportamento do potencial matricial do solo nos diversos tratamentos de lâminas de irrigação utilizados.

Para efeito de comparação e melhor visualização, foram selecionados dois tratamentos antagônicos, o tratamento L₁ (100%ECA) e o tratamento L₀ (0%ECA). O tratamento L₁ foi selecionado por ter, em média, apresentado os melhores resultados até o momento. O tratamento L₀, ao contrário de L₁, apresentou até o momento, em média, os piores resultados nas análises feitas. Com base nos tensiômetros instalados nos tratamentos L₁ e L₀, é possível visualizar na Figura 12 a variação do potencial matricial do solo, neste dois

tratamentos, com o suprimento de água por irrigação ou chuvas, durante o período de um ano, entre maio de 1999 e abril de 2000.

Observando-se as curvas do tratamento L_0 , o qual recebe somente água de chuva, nas 3 profundidades de instalação dos tensiômetros, na Figura 12, é possível ter uma idéia da duração do período de estiagem ocorrido em 1999, pois desde maio, quando iniciaram as avaliações até meados de outubro, ocorreram apenas alguns picos de maior potencial matricial, mantendo o solo com um potencial sempre próximo ou inferior a -80kPa . Nas ocasiões em que as leituras ultrapassavam o valor de -80kPa , e foram muitas, as leituras eram descartadas, pois abaixo deste valor os tensiômetros não são confiáveis.

Entre outubro de 1999 e abril de 2000, é possível verificar, através de L_0 (Figura 12), que as precipitações encarregaram-se de manter, com pequenas exceções, o solo sempre próximo à capacidade de campo (-10 kPa).

Os picos de maior potencial matricial, 15 no total, apresentados pelo tratamento L_1 na profundidade de 30cm (Figura 12b), observados entre maio de 1999 e outubro de 1999, correspondem exatamente às 15 irrigações feitas no período, não havendo nenhuma interferência pluviométrica para que estes ocorressem. Os picos de maior potencial matricial observados, nesta mesma figura, no tratamento L_0 , referem-se a chuvas de baixa intensidade ocorridas no mesmo período.

Analisando os valores de potencial mínimo nas curvas do tratamento L_1 , nas profundidade de 10 e 30cm (que compreende a faixa de solo de 0 a 40cm, onde se situa a maior parte do sistema radicular do cafeeiro) da Figura 12, observa-se que este ficou na faixa entre -60kPa e -70 kPa , tendo excedido este último valor apenas 1 vez na profundidade de 30cm.

A lâmina L_1 , em praticamente todas as irrigações atingiu um valor próximo ao da capacidade campo (-10kPa), atingindo teoricamente sua função de repor totalmente a água ao solo.

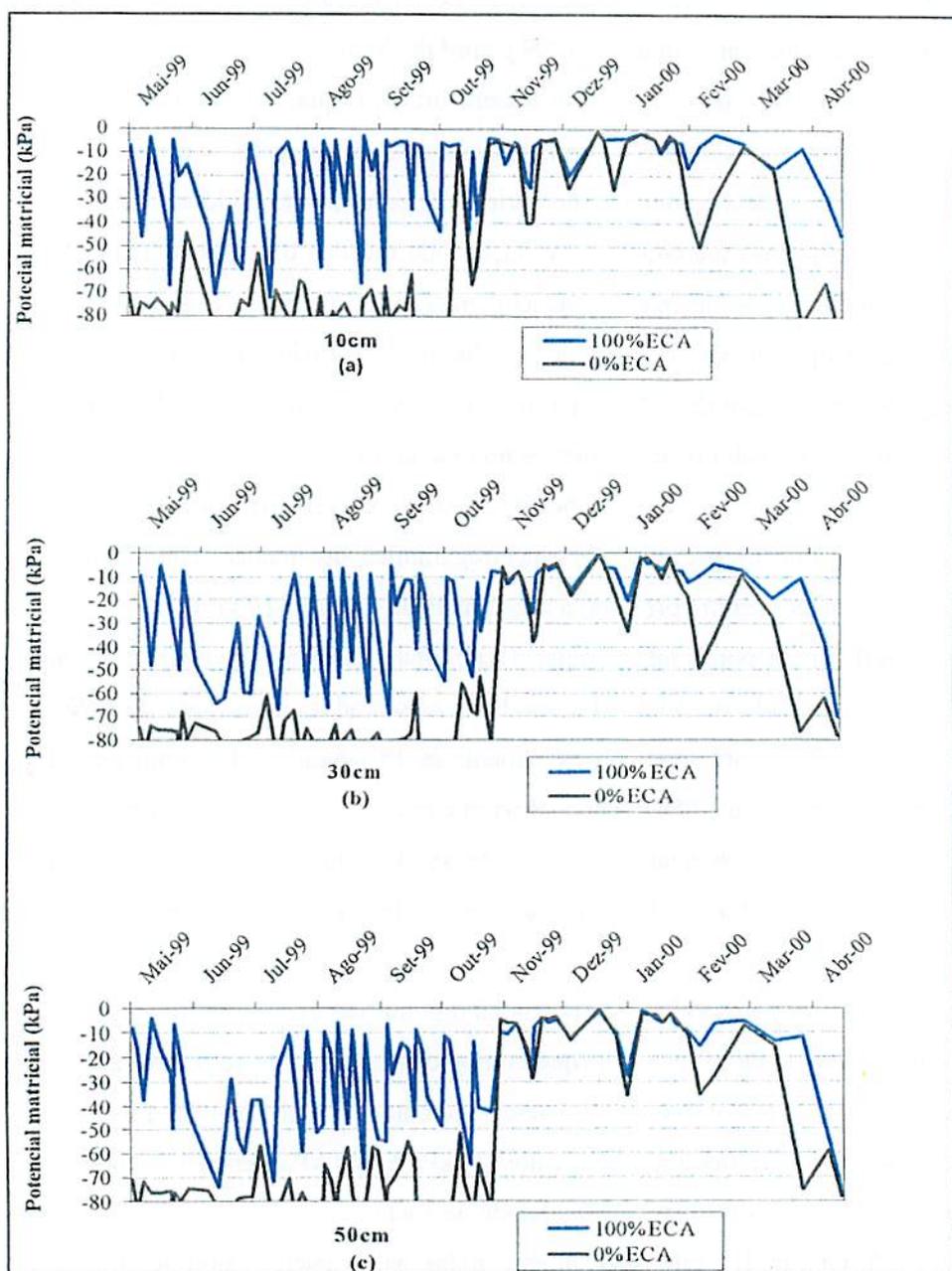


FIGURA 12: Médias das leituras dos tensiômetros instalados a 10cm de profundidade (a), 30cm de profundidade (b) e 50cm de profundidade (c)

Comparando-se o mês de junho de 1999 na curva do tratamento L₀, a 10 cm de profundidade (Figura 12a), com as curvas do mesmo tratamento nas demais profundidades para o mesmo mês, verifica-se que somente a camada superficial do solo foi abastecida com uma chuva de 12,4mm ocorrida no dia 13 daquele mês.

A curva do tratamento L₁, à profundidade de 50cm (Figura 12c), mostra que o solo nesta profundidade quase sempre atinge a capacidade de campo (-10kPa). Como a maior parte do sistema radicular do cafeeiro se encontra a até 30cm de profundidade, este fato pode indicar que está ocorrendo perda de nutrientes por lixiviação. Porém, se observarmos de novembro a março, quando normalmente são feitas as adubações, veremos que inclusive o tratamento L₀ (sem irrigação) tem seus valores de potenciais normalmente iguais ou acima da capacidade de campo, indicando que mesmo em cafeeiros não irrigados pode existir lixiviação de nutrientes.

No confronto dos dados obtidos através de tensiômetros com as irrigações e chuvas ocorridas no período, pode-se confirmar sua eficácia no auxílio às irrigações, porém deve-se ressaltar que neste trabalho foram usados 18 tensiômetros para cada tratamento de lâmina, o que claramente melhora muito sua precisão.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzido este trabalho, conclui-se que:

- A irrigação proporcionou um maior crescimento e produtividade dos cafeeiros;
- A lâmina de irrigação mais indicada para o maior crescimento, produtividade e rendimento do cafeeiro foi de 100% de reposição da evaporação do tanque Classe A, na área efetivamente molhada;
- Em relação à produtividade do cafeeiro, a divisão do parcelamento da adubação em 3 vezes, para a reposição de 100% da ECA, mostrou-se mais eficiente;
- Não houve influência da irrigação localizada na qualidade da bebida do café produzido;
- A irrigação proporciona um aumento do tamanho dos grãos do café beneficiado;

Em uma análise geral dos dados apresentados, verificou-se que a irrigação de cafeeiros no município de Lavras aumenta a produtividade sem comprometimento da qualidade da bebida do café produzido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M.E.B. **Respostas do Cafeeiro (*Coffea arabica* L.) a Diferentes Lâminas de Irrigação e Fertirrigação.** Lavras: UFLA, 1999. 94p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem).
- ANTUNES, R.C.B.; RENA, A.B.; MANTOVANI, E.C.; ALVARENGA, A.P.; COSTA, L.C.; DIAS, A.S.C. **Influência da fertirrigação com nitrogênio e potássio nos componentes vegetativos do cafeeiro Arábica em formação.** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1, 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos...** Brasília: EMBRAPA Café/Minasplan, 2000, v.2, p.802-806.
- 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.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1982. 87p. (Dissertação - Mestrado em Irrigação e Drenagem)
- ARRUDA, F.B.; IAFFE, A.; SAKAI, E.; PIRES, R.C. de M.; CALHEIROS, R.O. **Coeficiente de cultura em cafeeiros irrigados e não irrigados determinados em condições de campo em Ribeirão Preto, SP.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 26., 2000, Marília. **Anais...** Marília: MA/PROCAFÉ/ COOCAMAR, 2000. p.306-307.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDUSTRIAS DE CAFÉ. **Centro de treinamento. Importância sócio econômica do café [on line].** Disponível: <http://www.café.com.br/trabalho/cafè/degustacao/2.htm> [capturado em 21 fev. 2001]
- AWATRAMANI, N.A.; MATHEUS, C.; MATHEW, P.K. **Sprinker Irrigation for coffee. II. Studies on Robusta Coffee.** *Indian Coffee*, Bangalore, v.37, n.1, p.16-20, 1973.
- AZEVEDO NETTO, J.M.; FERNANDEZ Y FERNANDEZ, M.; ARAUJO, R. de; ITO, A.E. **Manual de hidráulica.** 8.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 8 ed., 1998. 669p.

- BARRETO, G.B.; REIS, A.J.; DEMATTÊ, B.J.; IGUE, T. Experiência de irrigação e modo de formação de café novo. *Bragantia*, Campinas, v.31, n.4, p.41-50, 1972.
- BÁRTHOLO, 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.
- BERNARDO, S. *Manual de Irrigação*. 5.ed. Viçosa: UFV/Imprensa Universitária, 1989. 596p.
- CAMARGO, A.P de. Florescimento e frutificação de café arábica nas diferentes regiões cafeeiras do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.31, n.7, p.831-839, jul. 1985.
- CARVALHO, V.D. de; CHAGAS, S.J. de 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.
- 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.
- CHAGAS, S.J. de R.; CARVALHO, V.D. de; COSTA, L. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.31, n.8, p.555-561, ago. 1996.
- 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. 2p. (EPAMIG. Circular Técnica 68)
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação*. Lavras, 1989. 159p.

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

CRISTOFIDIS, D. Situação das Áreas Irrigadas: métodos e equipamentos de irrigação - Brasil. Brasília: DH/SRH/MMA, 1999. 26p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Normais Climatológicas (1961-1990). Brasília, 1992. 84p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Efeito da água no rendimento da culturas. Tradução de H.R Gheyi et al. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. Tradução de: Yield Response to Water (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Guidelines for predicting crop water requirements. Roma: FAO, 1977. 179p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Café. Produtos - EMBRAPA/Café[online]. 2001. Disponível: <http://www.embrapa.br/cafe/produtos/index.htm> [capturado em 03 de janeiro de 2001].

ESTIMATIVA da safra cafeeira de 2000 e primeira previsão da safra 2001. Informe NECAF, Lavras, v.1, n.4, p.7, jan.2001.

FAO - Yearbook production. Roma, v.50, 1996, 172p.

FARIA, M.A. de; RESENDE, F.C.; Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade - irrigação na cafeicultura. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 112p.

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

- FARIA, R.T.; SIQUEIRA, R. Crescimento e produção de cafeeiros e culturas intercalares, sob diferentes regimes hídricos. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8., 1988, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABID, 1988, p.41-64.
- FERNANDES, A.L.T.; SANTINATO, R.; LESSI, R.; OLIVEIRA, M. Efeito da utilização de granulados de solo (Baysiston, Bayfidan e Temik) na produção de cafeeiros irrigados por gotejamento com quatro níveis de irrigação. In: SIMPÓSIO BRAILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 1., 1998, Araguari Palestras e Resumos... Uberlândia: UFU/DEAGO, 1998a. p.45-48.
- FERNANDES, A.L.; SANTINATO, R.; LESSI, R.; YAMADA, A.; SILVA, V.A. Efeito do déficit hídrico e do uso de granulados de solo para recuperação de lavouras irrigada por sistema de gotejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. Anais... Lavras: UFLA/SBEA, 1998b. v.2, p.97-99.
- FOLEGATTI, M.V. (COORD.) **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças.** Guaíba: Agropecuária, 1999, 458p.
- FREIRE, A.C.; MIGUEL, A.E. Disponibilidade de água no solo no período de 1974 a 1984, e seus reflexos na granação, qualidade e rendimento dos cafés nos anos de 1983 e 1984, na região de Varginha-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 11., 1984, Londrina. 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 CAFEIRAS, 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.** Lavras: UFLA, 1998, 58p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem).

- GOMIDE, R.L. Monitoramento para manejo da irrigação: instrumentação, automação e métodos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Simpósio...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p.133-238.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ **Cultura de café no Brasil: pequeno manual de recomendações.** Rio de Janeiro: IBC, 1986. 214p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ **Cultura do café no Brasil, manual de recomendações.** Rio de Janeiro: IBC, 1981. 504p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura do café no Brasil: manual de recomendações.** 2.ed. Rio de Janeiro, 1977. p.36
- JORDÃO, C.; OLIVEIRA JUNIOR, O.R.; MENDONÇA, P.L.P. DE **Irrigação do cafeeiro: recomendações gerais.** Monte Carmelo: Cooxupé, 1996, 32p. (Boletim Técnico)
- JUNQUEIRA, A.M.R.; OLIVEIRA, C.A. da S.; VALADÃO, L.T. Fabricação "caseira" de tensiômetros de boa performance e baixo custo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. v.1, p.253-255.
- KLAR, A.E. **Irrigação: frequência e quantidade de aplicação.** São Paulo: Nobel, 1991, 156p.
- LACERDA, L.A.O.; MOTTA FILHO, C.; BALUT, F.F.; BETTINI, G.; ZANBON, R.B. Estimativa da quebra e safra de café na região de Marília-SP no ano agrícola 199/2000, através da avaliação do tamanho dos grãos. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIEIRA, 26., 2000, Marília. **Anais...** Marília: MA/PROCAFÉ/COOCAMAR, 2000. p.13-14.
- LEITE, C.A.M.; SILVA, O.M. DA. Demanda de cafés especiais. In: ZAMBOLIM, L. **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade.** Viçosa: UFV, 2000. p.51-74.
- LORENTE, J.M. **Meteorologia.** Barcelona: Editorial Labor, 1996. 304p.

- MALAVOLTA, E. História do café no Brasil: agronomia, agricultura e comercialização.** São Paulo: Ceres, 2000. 464p.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: colheitas econômicas máximas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210p.
- MANTOVANI, E.C. A irrigação do cafeeiro.** In: ZAMBOLIM, L. **Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade.** Viçosa: UFV, 2000. p.263-292.
- MANUAL DE IRRIGAÇÃO. Guia Rural Abril.** São Paulo: Abril, 1991. 170p.
- MATIELLO, J.B.; DANTAS, S.F. de 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, 1987. p.165.
- MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, R.J. Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade (genética e melhoramento do cafeeiro).** Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 99p.
- MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, R.J. Economia Cafeeira: O Agribusiness.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997, 59p.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO - PROCAFÉ. Diagnóstico da cafeicultura em Minas Gerais.** Belo Horizonte: Faemg, 1996, 52p.
- NJOROGE, J.M. A review of some agronomic investigations on arábica coffe in Kenya.** *Kenya Coffee*, v.54, n.629, p.553-567, 1989.
- NONINO, C.A. Alta Mogiana adota irrigação nos cafezais. O Estado de São Paulo [online].** São Paulo, 9 ago. 2000. Agrícola. Disponível: [http://www.estado.com.br/suplementos /agri/2000/08/09agri027.html](http://www.estado.com.br/suplementos/agri/2000/08/09agri027.html) [capturado em 10 out. 2000].
- PIZARRO CABELLO, F. Riegos Localizados de Alta Frecuencia (RLAF): goteo, microaspersión, exudación.** 3.ed.ver.ampl. Madri: Ediciones Mundi Prensa, 1996. 513p.

REICHARDT, K. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 466p.

REIS, G.N. dos; MIGUEL, A.E; OLIVEIRA, J.A. de Efeito da irrigação em presença e ausência de adubação NPK, em cafeeiros em produção - Resultado de três produções. Caratinga-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA, 16., 1990, Espírito Santo do Pinhal. Anais... Espírito Santo do Pinhal, 1990. p.19-21.

RIBEIRO, M.T.F.; MAZZOMO, C.P.L.; DUARTE, L.H.; FENELON, A.N. Tradição e moderno se combinam na definição de uma nova trajetória em busca da competitividade: o caso da cadeia agroalimentar do café no Sul de Minas Gerais. Desafios e potencialidades da agricultura no Sul de Minas. Diagnósticos para discussão. Lavras: UFLA, p.1-17, 1998.

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

SILVA, E.C. da. Avaliação do poder e taxas tipo I do teste de Scott-Knott por meio do método de Monte Carlo. Lavras: UFLA, 1998. 54p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia/Estatística e Experimentação Aropecuária).

SILVA, O.M. da; LEITE, C.A.M. Competitividade e custos do café no Brasil e no exterior. In: ZAMBOLIM, L. Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade. Viçosa: UFV, 2000. p.27-50.

SOARES, J.M.; COSTA, F.F. da; SANTOS, C.R. dos Manejo de Irrigação em Fruteiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. Simpósio... Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 281-309.

SOARES, R.S.; 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/Minasplan, 2000. v.2, p.852-855

SORICE, L.S.D. Irrigação e fertirrigação de cafeeiros em produção. Lavras: UFLA, 1999. 59p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem).

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

VIEIRA, R.F. Fertirrigação na cultura do café. In: ZAMBOLIM, L. *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa: UFV, 2000. p.293-322.

VIEIRA, R.F. Quimigação e fertigação. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. *Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação*. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p.13-39.

VIEIRA, R.F.; RAMOS, M.M. Fertirrigação. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.111-130.

