

**ÉPOCAS DE IRRIGAÇÃO,  
PARCELAMENTOS DE ADUBAÇÃO E  
CUSTO DE PRODUÇÃO DO CAFEEIRO  
'CATUAÍ' NA REGIÃO DE LAVRAS - MG**

**GILBERTO COELHO**

**2005**

**GILBERTO COELHO**

**ÉPOCAS DE IRRIGAÇÃO, PARCELAMENTO DE ADUBAÇÃO E  
CUSTO DE PRODUÇÃO DO CAFEEIRO 'CATUAÍ' NA REGIÃO DE  
LAVRAS - MG**

Tese 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 a  
obtenção do título de "Doutor".

**Orientador**  
**Prof. Dr. Antônio Marciano da Silva**

**MINAS GERAIS - BRASIL**  
**2005**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de  
Processos Técnicos da**

**Biblioteca Central da UFLA**

Coelho, Gilberto

Épocas de irrigação, parcelamentos de adubação e custo de produção do  
cafeeiro 'Catuaí' na região de Lavras - MG / Gilberto Coelho. -- Lavras :  
UFLA, 2005.

107 p. : il.

Orientador: Antônio Marciano da Silva

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia

1. Café. 2. Irrigação. 3. Parcelamento. 4. Adubação. I. Universidade Federal  
de Lavras. II. Título.

CDD-633.7387

**GILBERTO COELHO**

**ÉPOCAS DE IRRIGAÇÃO, PARCELAMENTOS DE ADUBAÇÃO E  
CUSTO DE PRODUÇÃO DO CAFEIEIRO ‘CATUAÍ’ NA REGIÃO DE  
LAVRAS - MG**

**Tese 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,  
a para obtenção do título de “Doutor”.**

Aprovada em 28 de dezembro de 2005

<b>Prof. Dr. Élio Lemos da Silva</b>	<b>UFLA</b>
<b>Pesq. Dra. Fátima Conceição Rezende</b>	<b>UFLA</b>
<b>Pesq. Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães</b>	<b>EPAMIG</b>
<b>Pesq. Dra. Stella Dellyzette Veiga Franco</b>	<b>EMBRAPA</b>



**Prof. Dr. Antônio Marciano da Silva**  
**UFLA**  
**(Orientador)**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL**

“Os ideais que iluminaram meu caminho e sempre me deram coragem para enfrentar a vida com alegria foram a Verdade, a Bondade e a Beleza.”

Albert Einsten

"O conhecimento torna a alma jovem e diminui a amargura da velhice. Colhe, pois, a sabedoria. Armazena suavidade para o amanhã".

"A necessidade é a melhor mestra guia da natureza. A necessidade é tema e inventora, o eterno freio e lei da natureza".

Leonardo da Vinci

A Deus, por estar a todo instante iluminando meus passos,

Ofereço

Aos meus pais, Marilio e Luzia, meu irmão

William, aos meus sobrinhos e sobrinhas,

minha inestimável esposa Gabriela

e aos meus futuros filhos,

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e, em especial, ao Departamento de Engenharia, pela oportunidade de realizar este curso.

Ao Professor Antônio Marciano da Silva, pela orientação e por sempre me ter ajudado a adquirir novos conhecimentos e ampliar horizontes;

Ao Srs.(as) Prof. Dr. Élio Lemos da Silva, Pesq. Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Pesq. Dra. Fátima Conceição Rezende e Pesq. Dra. Stella Dellyzette Veiga Franco, por me honrarem com sua participação na banca examinadora.

Aos amigos: Jarllison, Leonardo, Gustavo (Goiano), Patrícia, Edson Lima, Wendell, Márcio Coelho, Fabrício, Guilherme, Renato Azevedo Freitas, Ricardo, Polyanna, Sato, Carlinho do Seu Berg, César (Zeca), João Formiga, Gustavo (Bus), Renato Antonio, Hugo, José Alves e Adriano Augusto pela enorme contribuição para a realização desta Tese.

Aos professores do setor de Engenharia de Água e Solo, pelos ensinamentos transmitidos e aos funcionários deste mesmo setor, Lindemberg, José Luis e Osvaldo (Nenê), pelo apoio.

Aos amigos e colegas de doutorado: Edson, Claudionor, Márcio Koetz e Polyanna, pelos trabalhos realizados em grupo e, aos demais colegas do doutorado pela amizade formada entre nós.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo, ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – (CBP&D-Café) e ao CNPq, por financiarem a execução deste experimento.

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT .....	ii
CAPITULO 1 .....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	2
2.1 Irrigação do cafeeiro .....	2
2.2 Nutrição e adubação do cafeeiro .....	4
2.3 Qualidade dos grãos de café.....	7
2.4 Custo de produção do café .....	9
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	13
CAPITULO 2 .....	18
1 RESUMO .....	18
2 ABSTRACT .....	19
3 INTRODUÇÃO .....	20
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	22
4.1 Caracterização da área experimental e da cultura .....	22
4.2 Experimento 1 .....	22
4.3 Experimento 2 .....	24
4.4 Características físico-hídricas do solo.....	25
4.5 Manejo da irrigação.....	26
4.6 Adubação.....	28
4.7 Avaliações .....	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
5.1 Experimento 1 .....	29
5.1.1 Ano agrícola 2001/2002 .....	29
5.1.1.1 Clima e lâminas de água aplicadas.....	29
5.1.1.2 Produtividade .....	33
5.1.2 Ano agrícola 2002/2003 .....	36
5.1.2.1 Clima e lâminas de água aplicadas.....	36
5.1.2.2 Produtividade .....	40
5.1.3 Ano agrícola 2003/2004 .....	42
5.1.3.1 Clima e lâminas de água aplicadas.....	42
5.1.3.2 Produtividade .....	47
5.1.4 Ano agrícola 2004/2005 .....	50
5.1.4.1 Clima e lâminas de água aplicadas.....	50
5.1.4.2 Produtividade .....	53
5.1.5 Análise conjunta (temporal), safras 2002 a 2005.....	56
5.2 Experimento 2 .....	63
5.2.1 Análise conjunta (temporal), safras 1998 a 2005.....	63

6 CONCLUSÕES.....	71
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
CAPITULO 3.....	74
1 RESUMO.....	74
2 ABSTRACT.....	75
3 INTRODUÇÃO.....	76
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	77
4.1 O experimento.....	77
4.2 Variáveis avaliadas.....	77
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
5.1 Safra 2002.....	78
5.1.1 Defeitos intrínsecos dos grãos de café.....	78
5.1.2 Atributos químicos dos grãos de café.....	81
5.2 Safra 2003.....	83
5.2.1 Defeitos intrínsecos dos grãos de café.....	83
5.2.2 Atributos químicos dos grãos de café.....	84
5.3 Safra 2004.....	86
5.3.1 Defeitos intrínsecos dos grãos de café.....	86
5.3.2 Atributos químicos dos grãos de café.....	87
6 CONCLUSÕES.....	93
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
CAPÍTULO 4.....	96
1 RESUMO.....	96
2 ABSTRACT.....	97
3 INTRODUÇÃO.....	98
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	99
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	101
6 CONCLUSÕES.....	106
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107

## RESUMO GERAL

COELHO, Gilberto. **Épocas de irrigação, parcelamentos de adubação e custo de produção do cafeeiro ‘Catuai’ na região de Lavras - MG, 2005, 107p.** Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola – área de concentração Irrigação e Drenagem) –Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG<sup>1</sup>.

Avaliou-se, neste trabalho, o efeito de épocas de irrigação e de parcelamentos da adubação sobre a produtividade do cafeeiro ‘Catuai’ nas safras 1998 a 2005, defeitos intrínsecos e atributos químicos dos grãos nas safras 2002 a 2004 além do seu custo de produção nas safras 2002 a 2005. Concluiu-se que: parcelamentos de adubação não promoveram alterações em nenhum das variáveis estudadas; a irrigação entre 01/06 e 30/09, seja com aplicação de fertilizantes via água de irrigação ou com aplicação manual, proporcionou a melhor produtividade média e quebrou o ciclo bienal de produtividade; já, a irrigação nas demais épocas não eliminou o ciclo bienal de produtividade, mas, concorreu para a redução de sua amplitude. a irrigação entre 01/06 e 30/09 com aplicação de fertilizantes via água de irrigação proporcionou atraso na maturação dos frutos, resultando na colheita com alto percentual de frutos verdes, que, por sua vez, aumentou o número de defeitos oriundos dos grãos verdes, como ardidos, pretos e chochos e a lixiviação de potássio, reduziu os teores de açúcares, entretanto, não denegriu a qualidade da bebida que foi na pior situação classificado como de bebida dura. Finalmente, a irrigação entre 01/06 e 30/09 com aplicação manual de fertilizantes proporcionou menores custos de produção por saca de 60 kg de café beneficiado em duas das três safras em que ocorreram diferenças significativas e estes custos ficaram significativamente abaixo do valor médio pago pela saca no ano de 2005.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Antônio Marciano da Silva – DEG/UFLA, Fátima Conceição Rezende – DEG/UFLA.

## GENERAL ABSTRACT

Coelho, Gilberto. **Irrigation timing, fertilizer splitting and ‘Catuaí’ coffee tree production cost, at Lavras-MG region, 2005**, 107p. Dissertation (Doctorate in Agricultural Engineering - concentration area Irrigation and Draining) – Federal University of Lavras, Minas Gerais, Brazil<sup>2</sup>.

This study was aimed at determining the effects of irrigation timing and fertilizer splitting on: (i) coffee yield through 1998 – 2005 harvests, (ii) coffee beans intrinsic defects and chemical parameters through 2002 – 2004 harvests, and (iii) Catuaí coffee production cost through 2002-2005 harvests. The following conclusions were reached: fertilizer splitting showed no effect over any of the parameters studied; irrigation from June to September resulted on higher average coffee yields regardless of the fertilizer application method (through irrigation water or manual application); irrigation from June to September did not eliminate the biennial coffee yield cycle, but reduced its amplitude; on the treatments receiving irrigation from June to September and fertilizer application through irrigation water, maturation delays were observed resulting in high percentage of unripe cherries harvested which increased the number of bean defects (unripe, sour, and black), which consequently increased potassium lixiviation and lowered sugar content, however this did not lower the cup quality, which was never below hard drink; and, finally, irrigation from June to September with manual fertilizer application provided the lowest production costs per 60 kg bag of processed coffee in two of the three harvests in which there were significant differences and these costs were significantly lower than the bag price of 2005.

---

<sup>2</sup> Guidance Committee: Antônio Marciano da Silva – DEG/UFLA, Fátima Conceição Rezende – DEG/UFLA.

## CAPITULO 1

### 1 INTRODUÇÃO GERAL

O cafeeiro era plantado em áreas aptas sem qualquer limitação ao seu desenvolvimento. A expansão da área cultivada incorporou áreas planas e mecanizáveis, entretanto, menos férteis e mais secas, que se desenvolveram com tecnologia própria e passaram a utilizar irrigação crescentemente, para contornar o risco periódico de estiagens. Atualmente, já se irrigam mais de 10% dos cafezais: cerca de 35% da área de Conilon do Espírito Santo e sul da Bahia e quase 25% das culturas do oeste e leste do cerrado mineiro (Agriannual..., 2003).

O uso da irrigação suplementar tem-se mostrado vantajoso, mesmo em locais com curtos períodos de deficiência hídrica, porém, coincidentes com as fases fenológicas de maior exigência hídrica, tornando-se, assim, uma prática em considerável expansão, como na Zona da Mata e no Sul de Minas.

Para o cafeicultor, a irrigação é uma prática que, além de incrementar a produtividade, pode proporcionar a obtenção de um produto diferenciado, de melhor qualidade e com perspectiva de bons preços no mercado. Por se tratar de uma prática relativamente nova na cafeicultura, a perspectiva promissora da adoção da irrigação deve ser estudada e analisada de forma detalhada, no que diz respeito ao planejamento, dimensionamento, manejo e desenvolvimento da cultura (Souza, 2001).

A quimigação associada à irrigação, apresenta-se como uma das técnicas para minimizar os custos operacionais da lavoura irrigada. Threadgill (1985) realizou comparações de custo de diferentes esquemas de quimigação, em relação aos sistemas convencionais e, verificou que ela torna-se mais barata quando usada duas ou mais vezes anualmente, e que a economia resultante

geralmente cresce quando se aumenta o número de aplicações anuais dependendo da combinação de produtos químicos aplicados.

Apesar de existirem trabalhos sobre irrigação na cafeicultura há escassez de informações para orientar o produtor sobre o momento de iniciar a irrigação. Uma vez que a maioria dos trabalhos está relacionada com o consumo de água, outro aspecto relevante a considerar é relativo ao número de aplicações de fertilizantes e quais as fontes a serem utilizadas.

Dessa forma, neste estudo avaliou-se o efeito de épocas de irrigação e de parcelamentos de adubação, sobre a produtividade, a qualidade e o custo de produção para cafeeiros irrigados, na região de Lavras no Sul de Minas, visando gerar informações que subsidiem a tomada de decisão dos cafeicultores, quanto à adoção destas tecnologias.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Irrigação do cafeeiro**

Silva et al. (1998) afirmam que a base de qualquer estratégia de manejo da irrigação esta alicerçada nas curvas de consumo de água das culturas e que a determinação do momento exato para efetuar a irrigação é um dos passos fundamentais para a racionalização do manejo de água na agricultura irrigada.

Segundo Alves (1999) a irrigação do cafeeiro por gotejamento no município de Lavras é justificável. A irrigação garantiu um maior vigor à planta e eliminou os riscos advindos de secas ocasionais, elevando a produtividade do cafeeiro. Entretanto, estas afirmações foram embasadas nos resultados de apenas uma safra, logo, necessitam de mais estudos para confirmação ou ratificação de tais afirmações.

Ainda nesta região, Sorice (1999) irrigando por gotejamento com diferentes parcelamentos de adubação via água e épocas de início de irrigação,

chegou à conclusão de que houve diferenças significativas na produção, tanto do fator parcelamentos de adubação, como do fator épocas de início da irrigação, com aumentos da ordem de 95% a 120%, quando comparados com a testemunha que produziu 24,6 sacas ha<sup>-1</sup>.

Fernandes et al. (2000) descreveram uma produtividade em 1998 igual a 45,7 sacas ha<sup>-1</sup> em trabalho conduzido com a cultivar Catuaí com 8 anos de idade, na região de Bonfinópolis, MG e irrigando com gotejadores autocompensantes da marca Katif, com vazão de 4 L h<sup>-1</sup>.

Antunes et al. (2000), nos anos agrícolas 1998/99 e 1999/2000, obtiveram produção, respectivamente, de 43,37 e 78,10 sacas ha<sup>-1</sup>, irrigando e fertirrigando a cultivar Catuaí (espaçada de 2,5 x 1,0 m) com 8 anos, no município de Rio Preto, MG, Zona da Mata de Minas.

Faria et al. (2001), trabalhando na região de Lavras, MG (safra 1999/2000), com a cultivar Acaiá (plantada no espaçamento de 3,0 x 0,6 m) e irrigando o ano todo, alcançaram uma produtividade de 84,95 sacas ha<sup>-1</sup>. Soares et al. (2000), em trabalho desenvolvido em Viçosa, na Zona da Mata do estado de Minas Gerais, com a cultivar Catuaí com 8 anos de idade e plantada no espaçamento de 3,0 x 1,0 m, irrigando e fertirrigando com Hidran-plus na fórmula 19-04-19 e 9 aplicações anuais, conseguiram produtividade igual a 88,0 sacas ha<sup>-1</sup>, na safra 2000.

Avaliando o efeito de diferentes lâminas de irrigação na produtividade do cafeeiro em Lavras, MG, Silva et al. (2002) observaram que os tratamentos irrigados apresentaram um sensível acréscimo na produtividade acumulada das três primeiras safras (1998-2001), comparativamente ao não irrigado, e que, dentre os tratamentos irrigados, a produtividade apresentou-se ascendente com o aumento das lâminas de irrigação.

Vicente et al. (2002), estudando a produtividade do cafeeiro 'Catuaí' na 1ª colheita, sob irrigação por gotejamento e em condições de sequeiro,

observaram um melhor desempenho para os tratamentos irrigados, quando comparados com o não irrigado.

Em relação ao ciclo bienal do cafeeiro, Weill et al. (2000) constataram que as produtividades apresentaram acentuado ciclo bienal tanto em cafeeiros irrigados como nos não irrigados, em trabalhos conduzidos com a variedade Mundo Novo, no período de 1972 a 1976.

Coelho (2001) mostrou que a irrigação entre 01/06 e 30/09 proporcionou melhores produtividades em duas de três safras estudadas. O autor ressaltou também que a irrigação não eliminou o efeito cíclico bienal de produtividade do cafeeiro, todavia, concorreu para a sua redução.

Soares et al. (2001) verificaram que não ocorreu a quebra de dormência dos botões florais devido ao déficit hídrico imposto e que a quebra da dormência aconteceu em todos os tratamentos após a ocorrência de precipitações; mostrando, aparentemente, a existência de um sinergismo dos fatores climáticos, como precipitações, temperatura e déficit de vapor, agindo sobre o desenvolvimento do botão floral.

Avaliando o momento de irrigação do cafeeiro em formação, com e sem período de déficit hídrico, Severino et al. (2002) observaram que, quando a planta foi submetida a um déficit hídrico, houve aumento na altura das plantas, com o incremento das lâminas de irrigação aplicadas posteriormente e que, quando a planta não foi submetida a déficit hídrico, apresentou maiores valores para as características diâmetro de copa e de caule.

## **2.2 Nutrição e adubação do cafeeiro**

As doses de nutrientes recomendadas para o cafeeiro irrigado em geral têm sido as mesmas para o cafeeiro sem irrigação. Entretanto, com o desenvolvimento mais rápido do cafeeiro, principalmente na fase de formação,

as doses de adubação exigidas pelos cafeeiros irrigados superam aquelas para o cafeeiro não irrigado (Santinato et al., 1996).

O cafeeiro tem alta exigência de nitrogênio (N). O suprimento adequado de N, não havendo outros fatores limitantes, é evidenciado no desenvolvimento rápido, no aumento de ramificação dos galhos frutíferos e na formação de folhas verdes e brilhantes (Malavolta et al., 1981). De acordo com Dierendonck, citado por Malavolta (1986), existe uma relação direta entre o fornecimento de N e o número de folhas, o florescimento e o número de gemas floríferas. Daí a necessidade de se cuidar do crescimento da área foliar mediante a adubação nitrogenada adequada, o que acarretará em maior produção de amido e de outros carboidratos indispensáveis para a formação e o crescimento dos frutos.

De acordo com Coelho (1994), o N é o nutriente mais freqüentemente aplicado, via água de irrigação, pela sua solubilidade e por apresentar, em relação aos outros nutrientes, alta mobilidade no solo, apesar de apresentar alto potencial de perdas, principalmente por lixiviação, fazendo-se necessário um maior número de aplicações. Com o uso da fertirrigação, pode-se parcelar a aplicação dos fertilizantes nitrogenados de acordo com a demanda da cultura, reduzindo as perdas, sem onerar o custo de produção e não provocando alterações em excesso nas relações N/P e N/K das folhas, que causam a diminuição da produção.

Conforme Malavolta (1986) existe uma correlação positiva entre o teor de K e o conteúdo de amido nas folhas. Baixando o nível de K ocorre diminuição da produção de amido e, como conseqüência, o desenvolvimento da planta e o aparecimento de novos ramos e folhas, diminuindo-se as produções. Pensa-se até que o hábito bienal de produção do cafeeiro, pelo menos em parte, pode ser explicado com base nas variações no teor de amido dos tecidos: uma alta produção consome as reservas desse carboidrato, de modo que pouco fica

disponível no ano seguinte para a vegetação e frutificação, ocorrendo queda na produção seguinte.

Silva et al. (2001) encontraram ajustes quadráticos entre a produção de café (em ano de alta produtividade) e doses de K, em Latossolos Vermelho e Vermelho-Amarelo. As produções ótimas de café foram obtidas com a dose de 205 e 209 kg ha<sup>-1</sup> de K, respectivamente. Estas doses proporcionaram produtividades iguais a 72 sacas ha<sup>-1</sup> no Latossolo Vermelho e 62 sacas ha<sup>-1</sup> no Latossolo Vermelho-Amarelo.

A aplicação de K junto com N, via água de irrigação, já é uma prática usual. Segundo Coelho (1994), a aplicação de K através da fertirrigação praticamente não apresenta problema, devido à alta solubilidade da maioria dos sais de potássio. Segundo o mesmo autor, ponto crucial é a definição das condições de parcelamento desse nutriente.

Vieira et al. (2002) ressaltaram que a fertirrigação influenciou positivamente no aumento de produtividade do cafeeiro. As plantas de café responderam positivamente ao aumento da dose de N e K<sub>2</sub>O acima do recomendado, não havendo problemas com entupimento dos emissores devido ao uso de cloreto de potássio e uréia.

A absorção de fósforo (P) segue a mesma tendência que a do N nas várias estações do ano, sendo mais intensa na estação chuvosa e na época de crescimento dos frutos. Quando a exigência de P é alta, como acontece em produções elevadas, o nutriente é redistribuído das folhas adjacentes para o fruto, podendo, então, ocorrer desfolhamento (Malavolta, 1986).

A aplicação de fertilizantes fosfatados via água de irrigação é questionável devido à baixa difusão do nutriente no solo. No entanto, pesquisas indicam que o P pode ser aplicado por meio da irrigação por gotejamento, tanto em solos arenosos como argilosos, pois há um aumento na mobilidade devido à

saturação dos sítios de adsorção próximos ao ponto de saída da solução (Coelho, 1994).

### **2.3 Qualidade dos grãos de café**

A qualidade do café, relacionada às características dos grãos quanto à cor, aspecto, número de defeitos, aroma e sabor da bebida, depende de vários fatores, entre eles a composição química do grão, que é determinada por fatores genéticos, sistema de cultivo, época de colheita, preparo, armazenamento e torração dos grãos (Amorim, 1978).

Segundo Rena & Maestri (2000), a ocorrência de estiagens e deficiências hídricas acentuadas na fase de frutificação ou expansão do grão afeta o seu crescimento; se ocorrerem na fase de granação, quando os grãos estão se solidificando internamente, eles poderão ficar chochos ou mal granados, tornando-se fundamentais as irrigações.

Diversos fatores comprometem a qualidade do café, por isso, vários países estabeleceram normas e padrões de classificação quanto ao tipo (número de defeitos), peneira (tamanho do grão), cor e composição química do grão. Segundo Bartholo & Guimarães (1989), a presença de grãos verdes nos lotes do produto, deprecia o sabor e o aroma da bebida, portanto, é preciso adotar um manejo de modo que a colheita seja efetuada no momento em que haja menor percentagem de frutos verdes nas plantas.

Os defeitos podem ser de natureza intrínseca e extrínseca. Os primeiros constituem-se de grãos alterados por condução inadequada de processos agrícolas e beneficiamento ou por modificações de origem fisiológica ou genética, abrangendo os grãos pretos, ardidos, verdes, chochos, mal granados, quebrados e brocados. Os defeitos de natureza extrínseca são representados por elementos estranhos ao café beneficiado como marinheiro, coco, cascas, paus e pedras (Myia et al., 1973/1974).

Os principais defeitos intrínsecos do café recebem a denominação verde, ardido e preto. Pela tabela brasileira de classificação de café por tipo 5 grãos verdes, ou 2 grãos ardidos, ou 1 grão preto, ou 5 grãos chochos ou mal granados correspondem a 1 defeito.

Os frutos verdes apresentam alguns compostos químicos em teores diferentes do ideal, apresentados pelos frutos maduros e podem ocasionar uma série de defeitos. A caracterização em uma amostra de café beneficiado como defeito grão verde é dada pela cor verde-cana do perisperma ou película prateada aderida ao endosperma (Prete, 1992).

Com relação à irrigação e a fertirrigação e suas possíveis associações com a qualidade do café, Sorice (1999) observou que o parcelamento da fertirrigação em 24 aplicações, com as irrigações iniciadas em junho, proporcionou melhor qualidade de bebida, sendo esta classificada como café tipo fino (mole e apenas mole). O mesmo autor também observou que, quanto menor o número de defeitos, melhor a qualidade de bebida do café.

Gomes et al. (2003) ressaltam que, apesar da existência de algumas diferenças estatísticas significativas, conclui-se, até o momento, que não foi possível identificar uma tendência do efeito do aumento das lâminas de irrigação sobre os parâmetros de qualidade física dos grãos de café.

Avaliando o efeito de diferentes lâminas de irrigação na qualidade do café produzido em Lavras, MG, Faria et al. (2002) observaram que, nas três primeiras safras (1998-2001), a classificação de peneiras apresentou uma maior porcentagem de grãos retidos na peneira 16 e acima desta nos tratamentos irrigados em relação ao não irrigado.

## 2.4 Custo de produção do café

A relação entre custo total e a produção tem por base os fundamentos teóricos ligados à tecnologia, aos preços dos insumos e à busca da eficiência na alocação dos recursos produtivos. O custo total de produção constitui-se na soma de todos os pagamentos efetuados pelo uso dos recursos e serviços, incluindo o custo alternativo do emprego dos fatores produtivos.

Na teoria do custo, para efeito de planejamento, deve-se determinar o período de tempo, que pode ser de curto ou de longo prazo. No curto prazo, os recursos utilizados são classificados em custos fixos e variáveis, sendo fixos aqueles que não se incorporam totalmente ao produto e os custos variáveis, por sua vez, se incorporam ao produto, necessitando ser repostos a cada ciclo do processo produtivo (Reis, 2001).

Os custos fixos e os variáveis são ainda decompostos em custos operacionais e alternativos (ou de oportunidade). Os operacionais constituem os valores correspondentes às depreciações e aos insumos empregados, equivalentes ao prazo de análise. Os alternativos correspondem à remuneração que esses recursos teriam se fossem empregados na melhor das demais alternativas econômicas possíveis. Os custos totais constituem-se na soma dos custos fixos e variáveis. Dos custos totais, obtêm-se os custos médios ou unitários, que representam o custo de uma unidade do produto (Departamento..., 2000).

A cafeicultura irrigada é uma atividade agrícola de muito prestígio, em razão, principalmente, de sua rentabilidade. Entre as vantagens que têm sido atribuídas à utilização da irrigação na produção de café, destaca-se a criação de um ambiente mais favorável à produção e ao desenvolvimento do cafeeiro. Como a utilização da irrigação em escala comercial na cafeicultura é um fato

recente, é necessário pesquisar, analisar e reavaliar várias técnicas utilizadas nos sistemas de produção que não fazem uso dessa prática (Mendonça, 2001).

Para o cafeicultor, a irrigação é uma prática que, além de incrementar a produtividade, pode proporcionar a obtenção de um produto diferenciado, de melhor qualidade e com perspectiva de bons preços no mercado. Por se tratar de uma prática relativamente nova na cafeicultura, a perspectiva promissora da adoção da irrigação deve ser estudada e analisada de forma detalhada, no que diz respeito ao planejamento, dimensionamento, manejo e desenvolvimento da cultura (Souza, 2001).

### **- Custos da irrigação**

A irrigação é uma tecnologia que requer investimentos consideráveis e está associada à utilização intensiva de insumos, tornando-se imprescindível a análise dos componentes de custos dos sistemas empregados (Melo, 1993; Cardoso, 1994).

Segundo Thompson et al. (1983), os custos anuais de irrigação devem incluir todos os custos associados com a compra do equipamento, operação e manutenção do sistema de irrigação. Adicionalmente ao custo do sistema de irrigação, devem ser acrescentados outros custos associados com a produção da cultura irrigada. Desse modo, o custo anual de um empreendimento de irrigação pode ser determinado a partir da seguinte lista de itens de custos:

- 1- custo da água, o qual pode incluir os custos de obtenção dos direitos e permissão de uso de água, ou a tarifa anual de distribuição de água de um distrito de irrigação;
- 2- custo fixo anual de compra ou aluguel do sistema de irrigação, que vai incluir o custo da depreciação do investimento em todas as oportunidades e em todos os interesses do investimento;
- 3- custo da energia para a operação do sistema;

- 4- custo para reparo, operação e manutenção do sistema, incluindo a mão-de-obra;
- 5- taxas e seguros;
- 6- outros custos com a agricultura irrigada e custos de produção da empresa agrícola.

A depreciação dos componentes de um sistema de irrigação é baseada em uma esperada vida útil do equipamento. A variabilidade da vida útil esperada de um componente pode decorrer das diferenças de condições físicas de operação, do nível de reparo, operação e manutenção praticada e do número total de horas em que o sistema é usado a cada ano (Thompson et al., 1983). De acordo com Francisco (1981), vários são os métodos utilizados para o cálculo da depreciação. Os principais métodos são: (a) linear, (b) da taxa constante, (c) da taxa variável, (d) da soma, (e) da capitalização, e, (f) das anuidades. A escolha de um ou outro método depende do bem que se está depreciando, além de outros fatores.

Dentre os custos de operação de um sistema de irrigação, um dos componentes principais é aquele devido ao consumo de energia. A quantidade total de energia requerida por unidade de área irrigada depende da quantidade de água aplicada, da energia piezométrica para fornecer a quantidade de água requerida na área a ser irrigada (pressão de serviço + perdas de carga + altura geométrica) e da eficiência total do sistema de bombeamento.

Basicamente, o consumo de energia que entra diretamente nos custos de operação de um sistema de irrigação é aquele utilizado na condução da água à área a ser irrigada, a energia para a adequação da qualidade da água e a energia para a distribuição de água na área de irrigação.

Quanto à fonte de energia para a irrigação, em geral, os trabalhos mostram maior custo para sistemas com motor diesel, em relação aos motores elétricos (Brito & Scaloppi, 1986). Frizzone et al. (1994), comparando o

emprego da eletricidade e do diesel em sistemas de irrigação por pivô central, observaram que aquele que utiliza motor a diesel apresentou um custo energético sempre maior do que aquele a energia elétrica. A diferença de valores cresce com o aumento da lâmina aplicada e, conseqüentemente, com o número de horas de irrigação.

Os custos anuais com manutenção e reparos correspondem aos gastos para manter o sistema de irrigação em condições adequadas de uso. Estes custos são muito variáveis, por causa das condições locais de uso, sendo, por isso, de difícil estimativa. Por estas razões, é usual estimá-los como um percentual do investimento inicial no equipamento de irrigação (Thompson et al., 1983).

O requerimento de mão-de-obra para a irrigação e o seu custo é influenciado, segundo Thompson et al. (1983), pelas características e pelo grau de automação do sistema usado, pela cultura irrigada, pela quantidade de água aplicada por irrigação e pelo número de irrigações realizadas.

Bonomo (1999), fazendo uma comparação de custos entre diferentes sistemas de irrigação na cafeicultura irrigada no cerrado, concluiu que os custos totais médios anuais com irrigação variaram de um mínimo de R\$344,56 até um máximo de R\$ 849,49 por hectare (preços de julho de 1998).

Um grande número de trabalhos sobre cafeicultura irrigada, vem sendo realizado, entretanto, os pesquisadores abordam assuntos isolados como, por exemplo, a produtividade, outros a qualidade e ainda outros a parte econômica. Muitos destes trabalhos analisam apenas uma safra. Havendo, portanto, a necessidade de trabalhos com irrigação que abordem mais de um destes assuntos e por mais de uma safra, principalmente, com o intuito de atender aos anseios dos produtores por informações que os credenciem a adotar a tecnologia da irrigação. Tendo em mente esta responsabilidade desenvolveu-se o presente trabalho.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. E. B. **Respostas do cafeeiro (*coffea arabica* L.) a diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação.** 1999. 94 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

AMORIM, H. V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração de Qualidade.** 1978. Tese (Livre docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba.

ANTUNES, R. C. B.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R.; RENA, A. B.; BONOMO, R. Área de observação e pesquisa em cafeicultura irrigada na região das vertentes de Minas Gerias – resultados de 1998/2000. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos Expandidos...** Brasília, DF: Embrapa Café e Minasplan, 2000. v.2, p.823-826.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. Rio de Janeiro: FNP, 2003, 546p.

BARTHOLO, G. F., GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café (*Coffea arabica* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.162, p.33-44. fev. 1989.

BONOMO, R. **Análise da irrigação na cafeicultura em áreas de cerrado de Minas Gerais.** 1999. 224p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BRITO, R.A.L.; SCALOPPI, E.J. Estimativa de custos da irrigação por aspersão no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 7., 1986, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: ABID, 1986. v.3, p.879-898.

CARDOSO, A. P. S. **Café: cultura e tecnologia primária.** Lisboa: Silvas, 1994. 169p.

COELHO, A. M. Fertirrigação. In: COSTA, E. F. da, VIEIRA, R. F., VIANA, P. A. **Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via água de irrigação.** Brasília: EMBRAPA-CNPMS. 315p. 1994.

COELHO, G. **Épocas de irrigação, parcelamentos de adubação e fertirrigação do cafeeiro no Sul de Minas Gerais**. 2001. 54p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA. **Custos de produção da cafeicultura no sul de Minas Gerais**. Lavras, MG, 2000. 16p.

FARIA, M. A. de, SILVA, M. L. O. e, SILVA, A. L. da., COSTA, H. de S. C., GARCIA, P. R., GUIMARÃES, P. T. G., SILVA, E. L. da. Qualidade do café produzido pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5, 2002, Araguari. **Anais...** Uberlândia: ICIAG/UFU, 2002. P.138-143.

FARIA, M. A. de, VILELLA, W. M. da C., SILVA, M. de L. O. e, GUIMARÃES, P. T. G., SILVA, E. L. da, OLIVEIRA, L. A. M., SILVA, A. L. da. Influência das lâminas de irrigação e da fertirrigação na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) – 2ª colheita. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 4. 2001, Araguari, MG. **Anais...** Uberlândia: ICIAG/UFU, 2001. p.11-14.

FERNANDES, A. L. T., SANTINATO, R., DRUMOND, L. C. D., LESSI, R. Irrigação e utilização de granulados de solo na produção do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1, 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos Expandidos...** Brasília – DF: Embrapa Café, 2000. v.2, p.957-959.

FRANCISCO, W. **Matemática financeira**. São Paulo: Atlas, 1981.351p.

FRIZZONE, J.A.; BOTREL, T.A.; FREITAS, H.A.C. Análise comparativa dos custos de irrigação por pivô central, em cultura de feijão, utilizando energia elétrica e óleo diesel. **Engenharia Rural**, v.5, n.1, p.34-53, 1994.

GOMES, N. M., VILELA, L. A. A., MARTINS, C. de P. Avaliação dos parâmetros de qualidade física do cafeeiro (*coffea arabica* l.) irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Goiânia, 2003. **Anais...** XXXII CONBEA, Jaboticabal: SBEA, 2003, CD-ROM.

MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para cafeeiro. In: RENA, A.B., MALAVOLTA, E., ROCHA, M., YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.165-275.

MALAVOLTA, E., YAMADA, T. G., AROALDO, J. **Nutrição e adubação do cafeeiro**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. 226 p.

MELO, J. F. **Custos da irrigação por aspersão em Minas Gerais**. 1993. 147p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MENDONÇA, F. C. Evolução dos custos e avaliação econômica de sistemas de irrigação usados na cafeicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 3., 2000, Araguari. **Palestras...** Uberlândia: UFU/DEAGRO, 2001. v. 1, p. 45-78.

MYIA, E. E., GARRUTI, R. S., CHAIB, M. A., ANGELUCCI, E., FIGUEREDO, I., SHIROSE, I. Defeitos do café e qualidade da bebida. **Coletânea do Instituto de tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 5, p. 417-432, 1973/1974.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

REIS, R. P.; MEDEIROS, A. L.; MONTEIRO, L. A. **Custos de produção da atividade leiteira na região Sul de Minas Gerais**. Lavras: UFLA/DAE, 2001. 23p.

RENA, A. B. & MAESTRI, M. **Relações Hídricas no cafeeiro**. ITEM, Brasília, n. 48, p. 34-42, set. 2000.

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

SEVERINO, G. M., TEODORO, R. E. F., MELO, B. de, FERNANDES, D. L., MARCUZZO, K. V., LIMA, L. M. L. Avaliação do momento de irrigação do cafeeiro, com e sem período de repouso da planta, nas condições de Uberlândia, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 28, 2002, Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p.461.

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

SILVA, E. de B., NOGUEIRA, F. D., GUIMARÃES, P. T. G., FURTINI NETO, A. E. Respostas do cafeeiro à adubação em safras de baixa e alta produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1331-1337, 2001.

SILVA, E. M., AZEVEDO, J. A., GUERRA, A. F., FIGUERÊDO, S. F., ANDRADE, L. M., ANTONINI, J. C. A. Manejo da irrigação para grandes culturas. In: FARIA, M. A. de, SILVA, E. L., VILELA, L. A. A., SILVA, A. M. **Manejo de irrigação**. Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p.239-280.

SOARES, A. R., MANTOVANI, E. C., RENA, A. B., SOARES, A. A., BATISTA, R. O. Efeito do déficit hídrico sobre a quebra da dormência na floração de um cultivar de café arábica irrigado por gotejamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, ES. **Resumos Expandidos...** Brasília – DF: Embrapa Café, 2001. v.1, CD-ROM.

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 BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1, 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA Café, 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) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

THOMPSON, G. T.; SPIESS, L. B.; KRIDER, J. N. Farm resources and system selection. In: JENSEN, M. E. (Ed.). **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph: ASAE, 1983. p.45-76. (Monograph, 3).

THREADGILL, E. D. Chemigation via sprinkler irrigation: Current status and future development. **Applied Engineering In Agriculture**, St. Joseph, v. 1, n. 1, p. 16-23, June 1985.

VICENTE, M. R., SOARES, A. R., MANTOVANI, E.C., FREITAS, A. R. Produtividade do cafeeiro Catuaí IAC 144, sob irrigação por gotejamento e em condição de sequeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 28, 2002, Caxambu. **Trabalhos Apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p.142-143.

VIEIRA, G. H. S., MANTOVANI, E. C., SOARES, A. R. Efeito comparativo de diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O aplicados via fertirrigação na produtividade do cafeeiro, no crescimento dos ramos e na uniformidade de distribuição de água e nutrientes. In: SIMPÓSIO PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2. 2001, Vitória, **Anais...** Brasília – DF: Embrapa Café, 2002, CD-ROM.

WEILL, M. de, A. M., IAFFE, A., ARRUDA, F. B., SAKAI, E., GRANJA, N. Variabilidade da produção de café em um ensaio em Pindorama, SP. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos Expandidos...** Brasília, DF: Embrapa Café e Minasplan, 2000. v.2, p.779-81.

## CAPITULO 2

### EFEITO DE ÉPOCAS DE IRRIGAÇÃO E DE PARCELAMENTO DE ADUBAÇÃO SOBRE A PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO ‘CATUAÍ’

#### 1 RESUMO

COELHO, G. Efeito de épocas de irrigação e parcelamentos de adubação sobre a produtividade do cafeeiro ‘Catuai’. In: \_\_\_\_\_. **Épocas de irrigação, parcelamentos de adubação e custo de produção do cafeeiro ‘Catuai’ na região de Lavras - MG, 2005**, Cap. 2, p. 18 a 73. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola – área de concentração Irrigação e Drenagem) Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG<sup>3</sup>.

Com o presente trabalho objetivou-se avaliar o efeito de épocas de irrigação e de parcelamentos de adubação sobre a produtividade do cafeeiro. Experimento 1 foi conduzido do ano agrícola 2001/2002 ao 2004/2005 e consistiu de 4 blocos, com 4 parcelas, as quais receberam parcelamentos de adubação (4, 12, 24 e 36 aplicações de fertilizantes). Cada parcela foi dividida em 5 subparcelas, as quais foram irrigadas em diferentes épocas: “A” irrigada entre 01/06 e 30/09, “B” irrigada entre 15/07 e 30/09, “C” irrigada de 01 a 30/09 estas fertirrigadas, “D” irrigada entre 01/06 e 30/09 com adubação manual e “E” não irrigada. Experimento 2 foi conduzido do ano agrícola 1997/1998 ao 2004/2005 e consistiu de 4 blocos, com 3 parcelas, as quais receberam parcelamentos de adubação (12, 24 e 36 aplicações de fertilizantes). Cada parcela foi dividida em 3 subparcelas as quais foram irrigadas em diferentes épocas: “A” irrigada entre 01/06 e 30/09, “B” irrigada entre 15/07 e 30/09 e “C” irrigada de 01 a 30/09. A análise de variância com os dados de produtividade, que permitiu identificar que houve apenas efeito de épocas de irrigação sobre as produtividades estudadas. O teste de comparação de médias possibilitou concluir que a irrigação entre 01/06 e 30/09 seja com o uso de fertirrigação ou com aplicação manual de fertilizantes proporcionou as melhores médias de produtividade.

---

<sup>3</sup> Comitê Orientador: Antônio Marciano da Silva – DEG/UFLA, Fátima Conceição Resende – DEG/UFLA.

## 2 ABSTRACT

COELHO, Gilberto. Effects of Irrigation timing and fertilizer splitting on 'Catuai' coffee tree yield . In: \_\_\_\_\_. **Irrigation timing, fertilizer splitting and 'Catuai' coffee tree production cost at Lavras-MG region, 2005, CAP 2, p. 18 to 73.** Dissertation (Doctorate in Agricultural Engineering - concentration area Irrigation and Draining) – Federal University of Lavras, Minas Gerais, Brazil<sup>4</sup>.

This study was aimed at determining the effects of irrigation timing and fertilizer splitting on the coffee yield. The first experiment was carried out from the 2001/2002 to the 2004/2005 cropping season with 4 blocks having 4 treatments representing 4 different fertilizer splittings (4, 12, 24, and 36 applications). Each parcel was divided in 5 subparcels which were irrigated at different periods (A irrigated from June through September with fertilization through irrigation, B irrigated from mid July through September with fertilization through irrigation, C irrigated during September with fertilization through irrigation, D irrigated from June through September with manual fertilization, and E not irrigated). The second experiment was carried out from the 1997/1998 to the 2004/2005 cropping season with 4 blocks having 3 treatments representing 3 different fertilizer splittings (12, 24, and 36 applications). Each parcel was divided in 3 subparcels which were irrigated at different periods (A irrigated from June through September, B irrigated from mid July through September, C irrigated during September). Analysis of variance applied to yield data indicated that the irrigation period was the only factor significantly affecting coffee yield. The test of average yield values allowed to conclude that irrigation from June through September, regardless of whether the fertilization was manual or through irrigation, provided the highest average yield values.

---

<sup>4</sup> Guidance Committee: Antônio Marciano da Silva – DEG/UFLA, Fátima Conceição Resende – DEG/UFLA.

### 3 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade importante para a economia brasileira com significativa contribuição para a balança comercial. Com a expansão da cafeicultura irrigada, torna-se necessário desenvolver pesquisas que disponibilizem informações técnicas, visando o aumento da produtividade, redução na bienalidade e aumento da rentabilidade, para as diversas regiões produtoras. A produção é fortemente influenciada pelo suprimento adequado de água e nutrientes para as plantas. Outro fator que concorreu para a expansão da cafeicultura irrigada, nos últimos anos, foi a variabilidade climática observada em muitas regiões cafeeiras do país (Rodrigues et al. 2005).

Fernandes & Drumond (2002) relataram a obtenção de excelentes resultados com a tecnologia de produção do café irrigado na região Sul de Minas e em outras regiões onde nunca se pensou em irrigar esta cultura.

Dentre os vários métodos de irrigação, a localizada é o que tem maior potencial para economia de água e de energia elétrica, sem prejuízo da produtividade. O gotejamento vem se destacando como um dos principais métodos de irrigação por ter potencial de aumentar a produção e, simultaneamente, conservar o solo, os recursos hídricos e o meio ambiente.

Outra grande vantagem da irrigação por gotejamento é a possibilidade de se efetuar fertirrigações, ou seja, a aplicação de adubo via irrigação. A fertirrigação permite uma melhora na eficiência de uso da água e nutrientes pela colocação simultânea de misturas de nutrientes diretamente na zona radicular, na forma e na quantidade requeridas, onde são mais necessários. Destaca-se também a possibilidade de um maior número de aplicações (sem a necessidade do uso de maquinário, mão-de-obra e não depende do clima para aplicar).

Na fertirrigação por gotejamento, Papadopoulos (1999) relatou que a absorção do fertilizante nitrogenado foi superior a 80%, enquanto na adubação

convencional raramente excedeu 50%. O sucesso das aplicações de nutrientes via água de irrigação está intimamente ligado aos fatores que irão determinar o nível de uniformidade da aplicação de água e fertilizantes. Para alcançar tal sucesso, é preciso levar em conta o dimensionamento hidráulico, a manutenção e a distribuição adequada do sistema de irrigação no campo (Soares et al., 2000).

A chamada bienalidade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) que provoca variações acentuadas de produção em anos alternados tem sido objeto de estudo por parte de pesquisadores da área de cafeicultura. Em lavouras irrigadas, esse efeito se inicia normalmente a partir do terceiro ou quarto ano de produção. Porém, em lavouras irrigadas, dependendo do aumento na produção, essa variação pode se acentuar e se antecipar, ocorrendo ainda nos primeiros anos de produção.

Silva et al. (2005) relatam que a irrigações iniciadas em 01/06 ou em 15/07 proporcionaram aumentos de produtividade da ordem de 37% a 50% nas safras 1998 a 2001 e que o número de aplicações de fertilizantes, bem como a forma de aplicá-los, não proporcionou efeitos significativos sobre a produtividade.

Existem inúmeros trabalhos relatando o efeito de lâminas de irrigação sobre a produtividade das mais diversas cultivares de café, entretanto, são incipientes os trabalhos que procuram identificar qual a época adequada para se iniciar a irrigação, principalmente nas condições do Sul de Minas, que é uma região considerada apta à cafeicultura sem a utilização do recurso irrigação.

Assim, dentro deste contexto, desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos de épocas de irrigação e de parcelamentos de adubação sobre a produtividade e o ciclo bienal de produtividade do cafeeiro.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização da área experimental e da cultura

O experimento foi instalado na Fazenda Muquém de propriedade da FAEPE/UFLA, em Lavras, MG, a uma altitude de 910 metros, latitude de 21° 14' S e longitude oeste de 45°00' W. Foi conduzido a partir de 1997, numa lavoura de café da cultivar Catuaí IAC44, com 11 anos de idade, conduzida no espaçamento de 3,5 m entre linhas e 0,8 m entre plantas, ocupando uma área útil de 2.240 m<sup>2</sup>.

O clima da região é caracterizado como de transição entre Cwa e Cwb, variando de subtropical a temperado, com chuvas predominantes no verão e tendo o inverno considerado como seco. Segundo Castro Neto (1986), a estação chuvosa se estende de outubro a março e a estação seca vai de abril a setembro.

Este trabalho iniciou-se em 1997, todavia, sofreu algumas modificações em seus tratamentos, as quais foram introduzidas com o objetivo de aproximá-lo das condições dos produtores. A partir de 2001 ele passou à configuração descrita no experimento 1. Entretanto, alguns tratamentos não foram modificados, isto motivou uma análise estatística destes tratamentos, que resultou no experimento 2.

### 4.2 Experimento 1

O experimento 1 foi conduzido de 2001 a 2005, na seguinte conformação: 4 blocos, divididos em 4 parcelas casualizadas, as quais foram subdivididas em cinco subparcelas com oito plantas. Sendo úteis as seis plantas centrais, as subparcelas não foram casualizadas, formando, assim, um experimento em faixas (Split Block).

Nas parcelas foram analisados os efeitos do número de parcelamentos de N, P e K aplicados manualmente e via água de irrigação (fertirrigação), sendo:

- parcela 1: adubação via água de irrigação com 4 aplicações;
- parcela 2: adubação via água de irrigação com 12 aplicações;
- parcela 3: adubação via água de irrigação com 24 aplicações;
- parcela 4: adubação via água de irrigação com 36 aplicações.

A aplicação de fertilizantes em todos os tratamentos foi iniciada em outubro e encerrada em março.

Nas subparcelas, avaliou-se o efeito de diferentes épocas de irrigação, sendo:

- subparcela A: irrigação realizada de 01/06 a 30/09, ;
- subparcela B: irrigação realizada de 15/07 a 30/09;
- subparcela C: irrigação realizada de 01/09 a 30/09;
- subparcela D: irrigação realizada de 01/06 a 30/09 e adubação manual;
- subparcela E: não irrigada e com adubação manual (testemunha).

As subparcelas A, B e C foram fertirrigadas empregando-se adubos formulados apropriados para esta finalidade; já a subparcela D foi adubada manualmente com o uso de adubos convencionais, como os utilizados na subparcela E. Sendo, portanto, a diferença entre estes tratamentos apenas a irrigação.

O sistema de irrigação constou de tubogotejadores auto-compensantes, modelo Rain Bird drip-line, com as seguintes características técnicas: vazão de  $1,6 \text{ L h}^{-1}$ , faixa de pressão de 15 a 35 mca e emissores espaçados de 30 cm entre si. A combinação entre o espaçamento entre gotejadores e o espaçamento entre plantas (0,8 m), resultou na relação de 2,67 gotejadores por planta, situação suficiente para que houvesse a formação de uma faixa contínua de umidade.

### 4.3 Experimento 2

O experimento 2 foi conduzido de 1997 a 2005 na seguinte conformação: 4 blocos, divididos em 3 parcelas casualizadas, as quais foram subdivididas em 3 subparcelas com oito plantas. Sendo úteis as seis plantas centrais, as subparcelas não foram casualizadas, formando assim um experimento em faixas (Split Block).

Nas parcelas foram analisados os efeitos do número de parcelamentos de N, P e K, aplicados manualmente e via água de irrigação (fertirrigação), sendo:

- parcela 1: adubação via água de irrigação com 12 aplicações;
- parcela 2: adubação via água de irrigação com 24 aplicações;
- parcela 3: adubação via água de irrigação com 36 aplicações.

A aplicação de fertilizantes em todos os tratamentos foi iniciada em outubro e encerrada em março.

Nas subparcelas, avaliou-se o efeito das diferentes épocas de irrigação, sendo:

- subparcela A: irrigação realizada de 01/06 a 30/09 ;
- subparcela B: irrigação realizada de 15/07 a 30/09;
- subparcela C: irrigação realizada de 01/09 a 30/09.

Nos três primeiros anos agrícolas, ou seja, em 1997/1998, 1998/1999 e 1999/2000, o sistema de irrigação constou de tubogotejadores modelo QUEEN GIL, o qual apresenta uma vazão de  $0,4 \text{ L h}^{-1}$  por emissor uma pressão de 7 mca, tendo emissores espaçados de 10 cm entre si.

A partir do 4º ano agrícola, as linhas de gotejadores foram substituídas por linhas com tubogotejadores auto-compensantes, modelo Rain Bird drip-line, com as seguintes características técnicas: vazão de  $1,6 \text{ L h}^{-1}$ , faixa de pressão de 15 a 35 mca e emissores espaçados de 30 cm entre si.

#### 4.4 Características físico-hídricas do solo

A distribuição das frações granulométricas, classe textural e a massa específica do solo da área experimental (Latossolo Vermelho Distroférico) foram determinadas pelo Laboratório de Solos do Departamento de Ciência do Solo da UFLA e são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Granulometria e massa específica do Latossolo Vermelho da área experimental. UFLA – Lavras, MG, 2005.

Camada (cm)	Granulometria (%)			Classe textural	Densidade aparente (g cm <sup>-3</sup> )
	Areia	Silte	Argila		
0-20	37,18	23,92	38,89	Argilo-arenoso	1,204
20-40	33,09	20,40	46,51	Franco Argiloso	1,185
40-60	33,08	17,65	49,27	Franco Argiloso	1,047

Os parâmetros de ajuste da Equação 1, de retenção de água do solo, pelo modelo de van Genuchten e as umidades correspondentes à capacidade de campo e ao ponto de murcha permanente para as camadas de 0 a 20 e 20 a 40cm. estão apresentadas na Tabela 2.

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{(1 + (\alpha \times \Psi_m)^n)^m} \quad (1)$$

em que:

$\theta$  = umidade do solo, cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>;

$\theta_r$  = umidade residual do solo, cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>;

$\theta_s$  = umidade de saturação do solo, cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>;

$\Psi_m$  = potencial matricial da água no solo, -kPa;

$\alpha$ , n e m = parâmetros de ajuste da equação.

TABELA 2. Parâmetros da equação de retenção de água no solo pelo modelo de van Genuchten e, umidades volumétricas correspondentes à capacidade de campo e ao ponto de murcha permanente para o solo experimental. UFLA – Lavras, MG, 2005.

Camadas	$\theta_r$	$\theta_s$	$\alpha$	n	m	R <sup>2</sup>	$\theta_{cc}$ (%)	$\theta_{pmp}$ (%)
0 – 20	0,198	0,602	0,5095	1,6925	0,4092	0,983	31,2	21,3
20 – 40	0,204	0,614	0,9565	1,5885	0,3705	0,975	32,5	23,4

#### 4.5 Manejo da irrigação

Os dados climáticos relativos ao período de estudo foram obtidos junto a estação climatológica instalada no Campus da UFLA, distante cerca de 3 km, mas dentro de uma mesma paisagem.

Para iniciar a irrigação, determinou-se a umidade do solo até a profundidade de 40 cm, tomada como referência por concentrar maior parte das raízes do cafeeiro, Após a determinação da umidade, calculou-se a lâmina necessária para elevar a umidade à capacidade de campo.

A lâmina de irrigação aplicada durante o período que compreende os meses de junho a setembro foi definida em função da evapotranspiração acumulada no período entre as irrigações, que foram em número de três por semana. O cálculo da evapotranspiração foi feito com base na evaporação do tanque Classe “A”, considerando-se os coeficientes do tanque Kt e da cultura Kc e a precipitação que possa ter ocorrido no período, conforme a Equação 2.

$$V = (((\sum ECA) \times K_t \times K_c) - P) \times A \times F \quad (2)$$

em que:

V = volume de água a ser aplicado por planta, L;

ECA = evaporação do tanque Classe “A” no período, mm;

P = precipitação ocorrida no período, mm;

$K_t$  = coeficiente do tanque (Doorenbos & Kassam, 1994);

$K_c$  = coeficiente da cultura, (Santinato et al., 1997);

$A$  = área útil ocupada por planta (2,8 m<sup>2</sup>);

$F$  = fator de proporção de área molhada (0,5).

A precipitação utilizada no cálculo do volume de água foi a total, pois, durante toda a condução do experimento, não foram identificados sinais de escoamento superficial.

O fator  $F$  utilizado se refere ao fato de que o cafeeiro, na situação em que foi conduzido o experimento, ocupou 50% da área útil.

O tempo de irrigação ( $T$ ) foi calculado pela Equação 3.

$$T = \frac{V}{n \times q} \quad (3)$$

em que:

$T$  = tempo necessário de irrigação, h;

$V$  = volume de água a ser aplicado, L;

$n$  = número de gotejadores por planta;

$q$  = vazão do tubogotejador, L h<sup>-1</sup>.

Entre os meses de outubro a março, embora seja o período em que ocorre maior emissão de ramos vegetativos, além de ocorrer o enchimento dos grãos, as irrigações se restringiram apenas às lâminas aplicadas durante a fertirrigação, e a aplicações de emergência, em face da ocorrência de veranicos. Isto porque, na região de Lavras, as precipitações concentram-se neste período.

Para avaliar se o cálculo da lâmina de irrigação por meio da evaporação do tanque classe "A" foi adequada, foi feita uma comparação entre esta e a lâmina obtida pela equação de Penman-Monteith- FAO (Allen et al., 1998).

## 4.6 Adubação

A dose dos nutrientes aplicada foi calculada com base na análise de fertilidade do solo realizada anualmente em todos os tratamentos e nas Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes para o estado de Minas Gerais, 4ª e 5ª aproximações (CFSEMG, 1989 e 1999). Tomou-se como referência o tratamento que apresentasse a menor faixa de fertilidade.

Para atender às necessidades nutricionais da cultura, utilizaram-se as seguintes fontes de fertilizantes: a) para fertirrigação, dois fertilizantes, sendo um formulado para fertirrigação de alta solubilidade contendo 14,5% de N, 5,16% de  $P_2O_5$ , 32,67% de  $K_2O$  e também pequenas porcentagens de micronutrientes o outro fertilizante foi o nitrato de cálcio especial de alta solubilidade, que continha 15,9% de N e 13,1% de CaO; b) para adubação manual, utilizou-se um formulado na concentração de 20-05-20 e sulfato de amônia (20% de N).

Nas últimas 4 safras foram aplicadas as mesmas quantidades de nutrientes, ou seja, 450 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 55 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo e 340 kg ha<sup>-1</sup> de potássio.

## 4.7 Avaliações

A colheita foi realizada manualmente entre os meses de maio a julho, separando-se o café derriçado no pano do café de varrição (café de varrição). A secagem foi feita em terreiro, os grãos foram beneficiados (descascados) separadamente (pano e varrição), quando os mesmos apresentaram umidade em torno de 12%. A partir da soma do café de pano com o café de varrição obteve-se a produtividade total.

Os resultados de produtividade foram submetidos à análise de variância e a teste de comparação de médias pela metodologia de Scott-Knott, ambos ao nível de 5% de probabilidade. Para tal, utilizou-se o software estatístico SIVAR v. 4.3.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Experimento 1**

#### **5.1.1 Ano agrícola 2001/2002**

##### **5.1.1.1 Clima e lâminas de água aplicadas**

Na Figura 1, estão apresentadas as médias mensais de temperatura e de umidade relativa. Pôde-se verificar que durante o ano agrícola 2001/2002 que a umidade relativa variou de aproximadamente 57%, em agosto a 78%, em dezembro. A temperatura média no período variou de 16 °C a 24 °C. Tendo julho sido o mês com menor média e fevereiro aquele com maior média. Estes valores demonstram que as condições climáticas foram favoráveis ao desenvolvimento vegetativo e ou produtivo do cafeeiro.

Na Figura 2, estão apresentados os totais mensais de evapotranspiração de referência, calculada conforme metodologia de Penman-Monteith-FAO. A análise da mesma permite verificar que, durante o período de irrigação do ano agrícola 2001/2002, ou seja, de junho a setembro de 2001, a evapotranspiração de referência variou de 86,2 mm no mês de junho a 124,2 mm no mês de agosto e a soma da evapotranspiração de referência no período de irrigação (01/06 a 30/09) revela um valor da ordem de 430,9 mm.

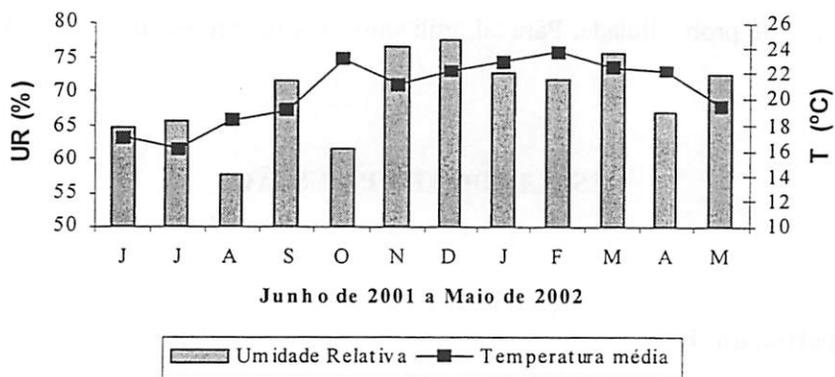


FIGURA 1. Umidade relativa (%) e temperatura (°C), médias mensais. UFLA, Lavras, MG, ano agrícola 2001/2002.

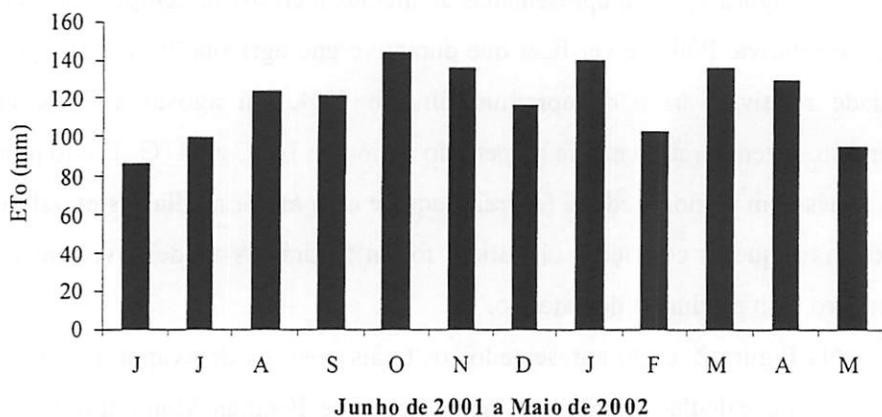


FIGURA 2. Evapotranspiração de referência (mm). UFLA, Lavras, MG, ano agrícola 2001/2002.

Os valores totais mensais de evaporação do tanque classe “A” e precipitação ocorridos no ano agrícola 2001/2002 são mostrados na Figura 3.

Verificou-se que de toda a precipitação registrada no ano agrícola em questão, 83,20% ocorreram no período de novembro a março e, no período em que foram feitas as irrigações (junho a setembro), apenas 12,70% das precipitações, caracterizando uma distribuição não adequada das precipitações ao longo do ano.

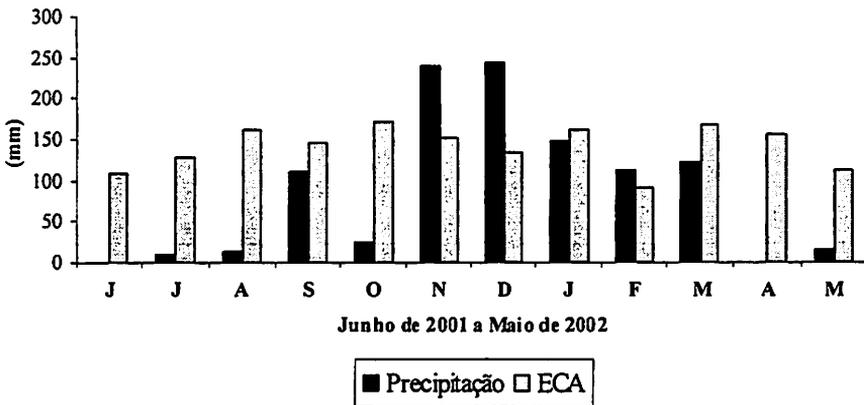


FIGURA 3. Evaporação mensal do tanque classe “A” e precipitação (mm).  
UFLA, Lavras – MG, ano agrícola 2001/2002

As lâminas de água recebidas pela cultura (lâmina precipitada, lâmina de irrigação e lâmina de fertirrigação) estão apresentadas na Tabela 5. Onde constata-se que as lâminas de irrigação foram de 315,0 mm para os tratamentos “A” e “D”, 212,0 mm para o tratamento “B” e 32,8 mm para o tratamento “C”. A pequena lâmina de irrigação recebida pela época “C” (irrigação de 01 a 30/09) resultou da ocorrência de precipitações no mês de setembro, que ultrapassaram 100 mm.

As lâminas de água necessárias para atender às fertirrigações foram de 62,8, 112,5, 153,3 e 164,5 mm respectivamente para os tratamentos que

receberam 4, 12, 24 e 36 aplicações. Embora existindo uma razoável diferença entre os valores da ordem de 101,7 mm, como as fertirrigações foram feitas na estação chuvosa (outubro a março) elas não correram para provocar efeitos diferenciados sobre a produtividade como se analisa no item 5.1.1.2.

TABELA 3. Lâminas de água precipitada, aplicadas via irrigação, via fertirrigação e totais, em mm. UFLA, Lavras, MG, ano agrícola 2001/2002.

Parcelas	Subparcelas	Precipitação	Lâmina Irrigada	Lâmina de fertirrigação	Lâmina total
P1	A	1040,7	315,0	62,8	1418,5
	B	1040,7	212,0	62,8	1315,5
	C	1040,7	32,8	62,8	1136,3
	D	1040,7	315,0	0,00	1355,7
P2	A	1040,7	315,0	112,5	1468,2
	B	1040,7	212,0	112,5	1365,2
	C	1040,7	32,8	112,5	1186,0
	D	1040,7	315,0	0,00	1355,7
P3	A	1040,7	315,0	155,3	1511,0
	B	1040,7	212,0	155,3	1408,0
	C	1040,7	32,8	155,3	1228,9
	D	1040,7	315,0	0,00	1355,7
P4	A	1040,7	315,0	164,5	1520,2
	B	1040,7	212,0	164,5	1417,1
	C	1040,7	32,8	164,5	1238,0
	D	1040,7	315,0	0,00	1355,7
	E	1040,7	0	0	1040,7

Analisando-se o período em que se promoveram as irrigações, constata-se que entre junho e setembro o total precipitado foi de 132,2 mm, a lâmina de irrigação de 315,0 mm, aplicada nos tratamentos “A” e “D”, totalizando 447,2 mm de lâmina de água recebida pela cultura. No mesmo período a evapotranspiração de referência estimada foi de 430,0 mm e a da cultura foi de 473,0 mm. Estes números mostram um bom ajuste entre o valor estimado para a

irrigação com base na ECA e a estimativa por Penman-Monteith-FAO, já que, o desvio foi da ordem de 5%.

Outro ponto a analisar, diz respeito ao tratamento não irrigado, que no período recebeu apenas a lâmina de chuva da ordem de 132,2 mm e foi submetido a uma evapotranspiração de 473,0 mm, estes valores configuram um déficit da ordem de 340,8 mm. Considerando o armazenamento de água na camada de solo de 40 cm, este déficit ainda é superior ao valor de 150 mm, valor considerado como limite para caracterizar estresse hídrico prejudicial ao cafeeiro.

### 5.1.1.2 Produtividade

O resumo da análise de variância para as variáveis produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total está apresentado na Tabela 4.

TABELA 4. Resumo da análise de variância contendo a soma de quadrados dos resultados de produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total, safra 2002. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	Pano	Varrição	Total
Blocos	3	5753013,1 <sup>ns</sup>	285682,1 <sup>ns</sup>	8250118,4 <sup>ns</sup>
Parcelamento adubação	3	1113241,4 <sup>ns</sup>	59316,7 <sup>ns</sup>	1671203,3 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	9	7201825,8	262423,5	8603691,3
Épocas de irrigação	4	41614418,4 <sup>**</sup>	2923495,7 <sup>**</sup>	58057263,3 <sup>**</sup>
Resíduo 2	12	13816415,4	294573,2	16865356,8
Parcelamento x épocas	12	5241668,8 <sup>ns</sup>	114839,4 <sup>ns</sup>	5772687,4 <sup>ns</sup>
Resíduo 3	36	17163141,7	673156,0	19643061,5
Total	79	91903724,6	4613486,7	118863382,04
CV 1 (%)		50,61	69,27	48,55
CV 2 (%)		60,71	63,56	58,86
CV 3 (%)		39,06	55,47	36,68

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente, <sup>\*\*</sup> significativo ao nível de 1% de probabilidade

Constata-se que houve apenas efeito estatisticamente significativo do fator épocas de irrigação, ao nível de 1% de probabilidade, sob às produtividades de café derricho no pano, de café de varrição e produtividade total.

Constatou-se ainda, altos valores de coeficiente de variação (CV) apresentados por todas as fontes de variação e em todas as variáveis estudadas, situações similares são encontradas na literatura, como em Teodoro et al. (2005) e Silva et al. (2002).

O resultado do teste de comparação de médias, para as produtividades de café de pano, de varrição e produtividade total, está apresentado na Tabela 5. Verifica-se que, considerando-se a produtividade de café de pano, os tratamentos irrigados entre 01/06 e 30/09 (tratamentos A e D) apresentaram as maiores médias de produtividade (2987,33 e 2201,63 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente), não diferindo estatisticamente entre si. Entretanto, diferiram dos demais tratamentos que, por sua vez, não se diferiram estatisticamente, apresentando produtividades de 1308,63, 1179,45 e 1160,80 kg ha<sup>-1</sup> para os tratamentos irrigados entre 15/07 e 30/09 (B), entre 01 e 30/09 (C) e o tratamento não irrigado (E), respectivamente.

Comparando-se a produtividade de café de pano dos tratamentos “A” e “D” com a do tratamento “E”, verificou-se que houve aumento de produtividade atribuído à irrigação da ordem de 157,35% e 89,66%, respectivamente.

Analisando-se a produtividade de café de varrição, verificou-se que os tratamentos que apresentaram as maiores produtividades foram os irrigados entre 01/06 e 30/09 (A) e entre 15/07 e 30/09 (B) (523,07 e 427,27 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente), estes não diferiram entre si, todavia, diferiram dos demais tratamentos. Os tratamentos “C” e “E” foram os que apresentaram menores valores de produtividade de café de varrição (71,80 e 65,85 kg ha<sup>-1</sup>). Este fato pode ser atribuído, principalmente, a dois fatores; o primeiro devido à menor produtividade de café de pano apresentada por estes tratamentos, já que existe a

característica de que quanto maior for a produtividade de café derriçado no pano, maior será a quantidade de café de varrição. O segundo fator está relacionado a uma maturação mais uniforme destes tratamentos (C e E), aspecto que resultaria em menor produtividade de café de varrição.

TABELA 5. Resultados do teste de comparação de médias, para as produtividades de café de pano, de varrição e produtividade total, safra 2002, em função das épocas de irrigação e a produção relativa ao tratamento não irrigado. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Épocas de irrigação	Pano (kg ha <sup>-1</sup> )		Prod. Relativa (%)	Varrição (kg ha <sup>-1</sup> )		Prod. Relativa (%)	Total (kg ha <sup>-1</sup> )		Prod. Relativa (%)
A	2987,33	a	257,35	523,07	a	794,35	3510,39	a	286,18
B	1308,63	b	112,73	427,27	a	648,87	1735,89	b	141,51
C	1179,45	b	101,61	71,80	b	109,04	1251,25	b	102,00
D	2201,63	a	189,66	144,53	b	219,49	2346,16	b	191,27
E	1160,80	b	100,00	65,85	b	100,00	1226,65	b	100,00

Valores seguidos de letras iguais na vertical não diferem estatisticamente.

Ao se analisar a produtividade total, constatou-se que a época de irrigação “A” (irrigado entre 01/06 e 30/09 e fertirrigado) apresentou a maior produtividade total (3510,39 kg ha<sup>-1</sup>) se diferindo estatisticamente de todos os demais tratamentos que, por sua vez, não diferiram estatisticamente. A produtividade apresentada pela época de irrigação “A” foi 186,18% maior que a apresentada pelo tratamento não irrigado (1226,65 kg ha<sup>-1</sup>), aumento considerado expressivo.

Apesar do fator parcelamentos de adubação não ter mostrado efeito significativo, na Figura 4 são apresentadas as médias de produtividade de café de pano, de varrição e a produtividade total, em função dos parcelamentos de adubação. Observa-se que a produtividade de café de pano variou de 1616,32 kg ha<sup>-1</sup>, para o tratamento que recebeu 24 aplicações de fertilizante, a 1938,52 kg

ha<sup>-1</sup>, para o tratamento que recebeu 36 aplicações. A produtividade de café de varrição variou de 210,71 a 279,76 kg ha<sup>-1</sup> para os mesmos tratamentos e a produtividade total variou de 1827,03 a 2218,29 kg ha<sup>-1</sup>, também para os mesmos tratamentos.

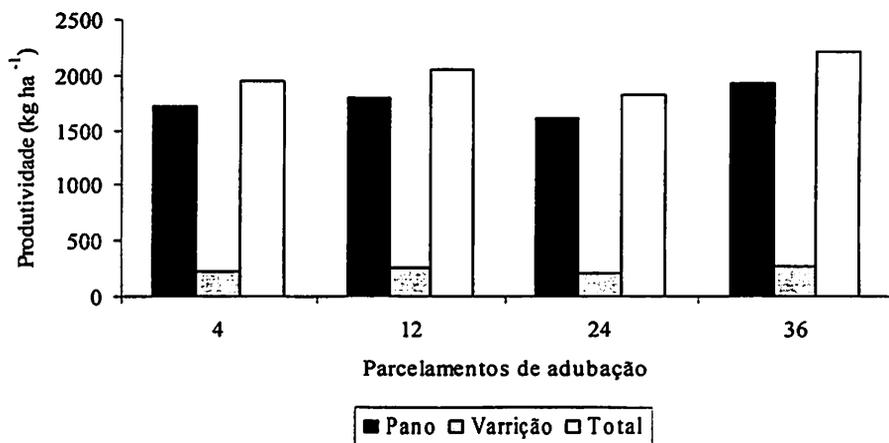


FIGURA 4. Médias de produtividade, de café de pano, de varrição e produtividade total, em função parcelamentos de adubação, safra 2002. UFLA, Lavras, MG, 2005.

## 5.1.2 Ano agrícola 2002/2003

### 5.1.2.1 Clima e lâminas de água aplicadas

Na Figura 5 estão apresentadas às médias mensais de temperatura e de umidade relativa. Pode-se verificar que, no ano agrícola 2002/2003, a umidade relativa variou de 53%, em outubro a 83%, em janeiro e a temperatura média variou de 18 °C em julho a 24 °C em fevereiro e outubro.

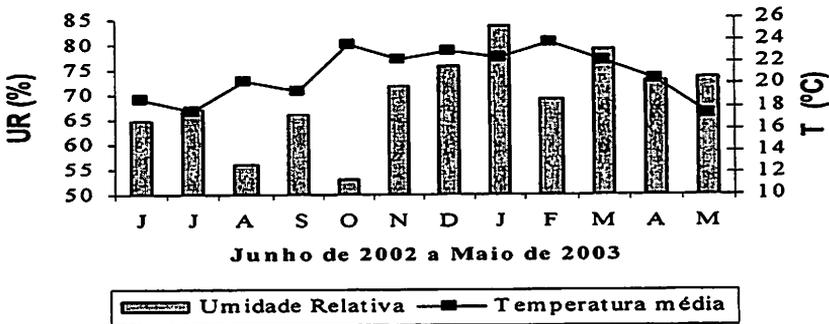


FIGURA 5. Umidade Relativa (%) e Temperatura média (°C). UFLA, Lavras – MG, ano agrícola 2002/2003.

Na Figura 6 estão apresentados os totais mensais de evapotranspiração de referência. A análise da mesma permite verificar que, durante o período de irrigação do ano agrícola 2002/2003, ou seja, de junho a setembro de 2003 a evapotranspiração de referência variou de 89,1 mm no mês de junho a 137,4 mm no mês de agosto e a soma da evapotranspiração de referência no período de irrigação (01/06 a 30/09) atingiu o valor de 443,7 mm.

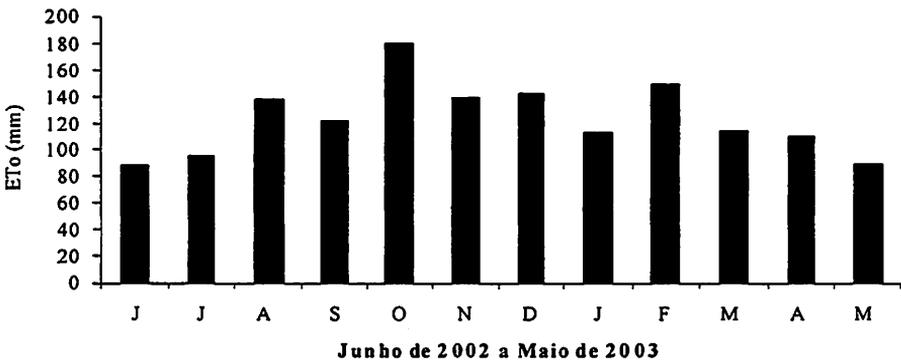


FIGURA 6. Evapotranspiração de referência (mm). UFLA, Lavras – MG, ano agrícola 2002/2003.

Os valores mensais de evaporação do tanque classe “A” e de precipitação ocorridos no ano agrícola 2002/2003 estão apresentados na Figura 7. Identificou-se que da precipitação total do ano agrícola, 83,20% ocorreu no período de novembro a março. No período em que foram feitas as irrigações (junho a setembro) as precipitações foram da ordem de 6,25%.

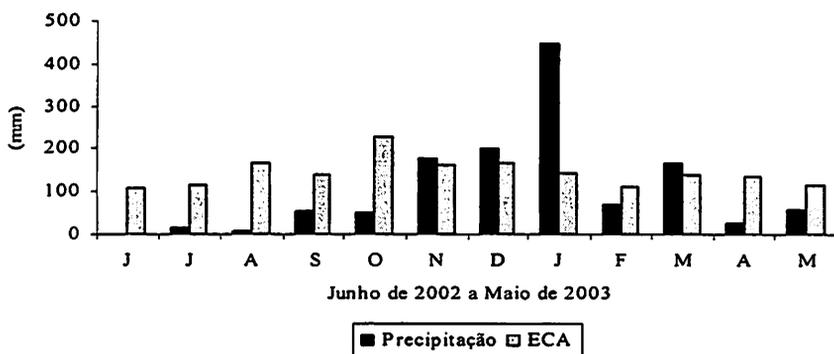


FIGURA 7. Evaporação do tanque classe “A” (mm) e Precipitação (mm). UFLA, Lavras, MG, ano agrícola 2002/2003.

As lâminas recebidas pela cultura (lâmina precipitada, lâmina de irrigação e lâmina de fertirrigação) são apresentadas na Tabela 6. Onde constata-se que as lâminas de irrigação foram de 338,3 mm para os tratamentos “A” e “D”, 238,3 para o tratamento “B” e de 69,0 mm para o tratamento “C”.

As lâminas de água necessárias para atender as fertirrigações foram de 35,5, 73,0, 118,7 e 127,9 mm respectivamente para os tratamentos que receberam 4, 12, 24 e 36 aplicações de fertilizantes. Embora existindo uma razoável diferença entre os valores da ordem de 92,4 mm, como as fertirrigações foram feitas na estação chuvosa (outubro a março) elas não correram para provocar efeitos diferenciados sobre a produtividade como se analisa no item 5.1.2.2. A precipitação total no ano agrícola 2002/2003 foi de 1280,10 mm.

TABELA 6. Lâminas de água precipitada, aplicadas via irrigação, via fertirrigação e totais, em mm. UFLA, Lavras, MG, ano agrícola 2002/2003.

Parcelas	Subparcelas	Precipitação	Lâmina Irrigada	Lâmina de fertirrigação.	Lâmina total
P1	A	1280,1	338,3	35,5	1653,9
	B	1280,1	238,3	35,5	1553,8
	C	1280,1	69,0	35,5	1384,6
	D	1280,1	338,3	0,00	1618,4
P2	A	1280,1	338,3	73,0	1691,5
	B	1280,1	238,3	73,0	1591,4
	C	1280,1	69,0	73,0	1422,1
	D	1280,1	338,3	0,00	1618,4
P3	A	1280,1	338,3	118,7	1737,2
	B	1280,1	238,3	118,7	1637,1
	C	1280,1	69,0	118,7	1467,8
	D	1280,1	338,3	0,00	1618,4
P4	A	1280,1	338,3	127,8	1746,3
	B	1280,1	238,3	127,8	1646,2
	C	1280,1	69,0	127,8	1476,9
	D	1280,1	338,3	0,00	1618,4
	E	1280,1			1280,1

Analisando-se o período em que se promoveram as irrigações, constatase que entre junho e setembro o total precipitado foi de 80,0 mm, a lâmina de irrigação de 338,3 mm, aplicada nos tratamentos “A” e “D”, totalizando 418,3 mm de lâmina de água recebida pela cultura. No mesmo período a evapotranspiração de referência estimada foi de 443,7 mm e a da cultura foi de 488,1 mm.

Outro ponto a analisar, diz respeito ao tratamento não irrigado, que no período recebeu apenas a lâmina de chuva da ordem de 80,0 mm e foi submetido a uma evapotranspiração de 488,1 mm, estes valores configuram um déficit da ordem de 408,1 mm. Considerando o armazenamento de água na camada de solo

de 40 cm, este déficit ainda é superior ao valor de 150 mm, valor considerado como limite para caracterizar estresse hídrico prejudicial ao cafeeiro.

### 5.1.2.2 Produtividade

Na Tabela 7 encontra-se o resumo da análise de variância, em que, pode-se verificar que não houve efeito significativo estatisticamente de épocas de irrigação, de parcelamentos de adubação e da interação entre épocas de irrigação e parcelamento de adução.

Da mesma forma que no ano agrícola 2001/2002, no ano agrícola de 2002/2003 os coeficientes de variação (CV) foram altos.

TABELA 7. Resumo da análise de variância contendo a soma de quadrados dos resultados de produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total, safra 2003. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	Pano	Varrição	Total
Blocos	3	9798916,1 <sup>ns</sup>	1326285,4 <sup>ns</sup>	13944554,3 <sup>ns</sup>
Parcelamento de Adubação	3	2325629,3 <sup>ns</sup>	183681,5 <sup>ns</sup>	3689904,6 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	9	18088914,6	3563851,5	33235454,6
Épocas de irrigação	4	6471857,8 <sup>ns</sup>	2044605,7 <sup>ns</sup>	10816496,1 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	12	43233602,1	2877638,0	60921452,5
Parcelamento x épocas	12	16397255,6 <sup>ns</sup>	2244309,1 <sup>ns</sup>	26240074,6 <sup>ns</sup>
Resíduo 3	36	36756576,6	8045808,5	70083320,1
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>133072752,1</b>	<b>20286179,6</b>	<b>218931256,7</b>
CV 1 (%)		53,72	72,08	54,71
CV 2 (%)		71,92	56,09	64,15
CV 3 (%)		38,29	54,15	39,73

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente

Analisando-se a Figura 8, verifica-se que os valores de produtividade total apresentados por todos os tratamentos foram altos e se convertidos em sacas de 60 kg de café beneficiado, estes foram iguais ou superiores a 50 sacas,

o que demonstra que o ano agrícola em questão foi de alta produtividade. Outro aspecto relevante foi que a variação de produtividade apresentada pelos tratamentos sobre efeito de épocas de irrigação na safra 2003 foi substancialmente inferior à variação apresentada na safra 2002.

Observando-se a produtividade de café de varrição, verifica-se que, a exceção dos tratamentos “A” e “C”, os demais apresentaram produtividade de café varrição acima de 900 kg ha<sup>-1</sup>. Se este valor for transformado em sacas de 60 kg de café beneficiado têm-se produtividade de café de varrição acima de 15 sacas por hectare. Estes valores são considerados altos, mas, nesta circunstância reforçam a hipótese de haver proporcionalidade entre a produtividade de café de pano e a de varrição, haja vista que o tratamento não irrigado produziu 2377 kg ha<sup>-1</sup>, algo em torno de 40 sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare.

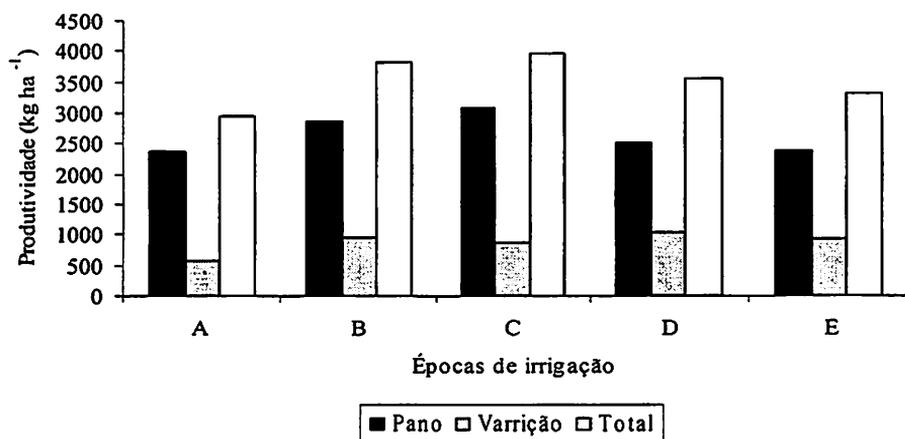


FIGURA 8. Médias de produtividade, de café de pano, de varrição e produtividade total em função de épocas de irrigação, safra 2003. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Com relação aos tratamentos sobre efeito de parcelamentos de adubação (Figura 9), verificou-se comportamento semelhante ao apresentado na safra

2002, ou seja, houve pouca flutuação entre as produtividades. Este fato pode explicar a não ocorrência de diferenças estatisticamente significativas entre os mesmos.

A produtividade de café de pano variou de 2407 kg ha<sup>-1</sup> a 2874 kg ha<sup>-1</sup> e média de 2639 kg ha<sup>-1</sup>. A produtividade de café de varrição de 822 kg ha<sup>-1</sup> a 940 kg ha<sup>-1</sup> e média de 873 kg ha<sup>-1</sup> e a produtividade total variou de 3340 kg ha<sup>-1</sup> a 3814 kg ha<sup>-1</sup>, com média de 3512 kg ha<sup>-1</sup>.

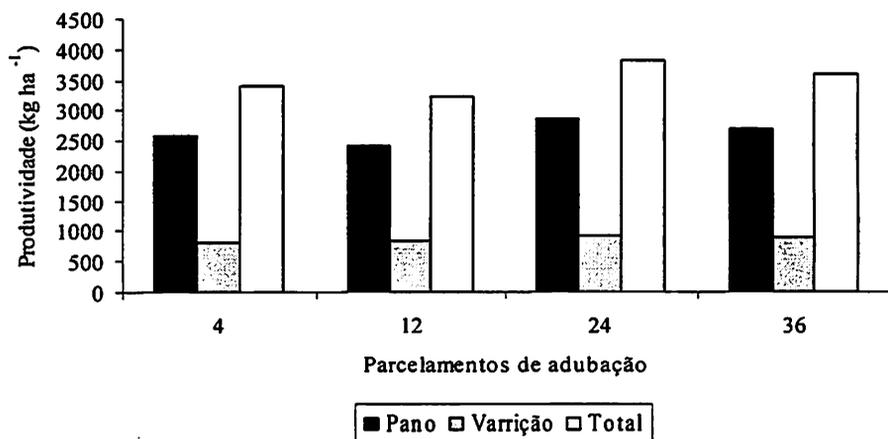


FIGURA 9. Médias de produtividade, de café de pano, de varrição e produtividade total, em função de parcelamentos de adubação, safra 2003. UFLA, Lavras, MG, 2005.

### 5.1.3 Ano agrícola 2003/2004

#### 5.1.3.1 Clima e lâminas de água aplicadas

Durante o ano agrícola 2003/2004, a umidade relativa média mensal variou de 62%, em outubro a 83%, em abril. A temperatura média durante o ano

oscilou de 17 °C a 23 °C, sendo a menor temperatura média foi registrada no mês de julho e a maior no mês de dezembro (Figura 10).

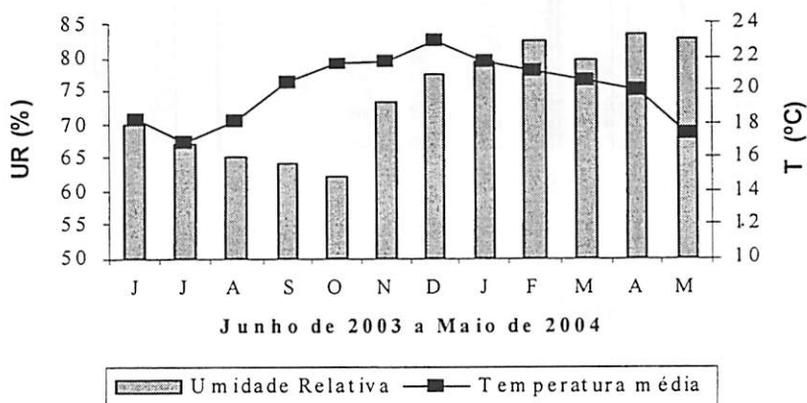


FIGURA 10. Médias mensais de umidade relativa (%) e de temperatura média (°C). UFLA, Lavras, MG, ano agrícola 2003/2004.

Os totais mensais de evapotranspiração de referência estão apresentados na Figura 11. A análise dessa figura permite verificar que, durante o período de irrigação do ano agrícola 2003/2004, ou seja, de junho a setembro de 2003, a evapotranspiração de referência variou de 83,2 mm, no mês de junho a 136,0 mm, no mês de setembro e a soma da evapotranspiração de referência no período de irrigação revelou um valor da ordem de 418,8 mm.

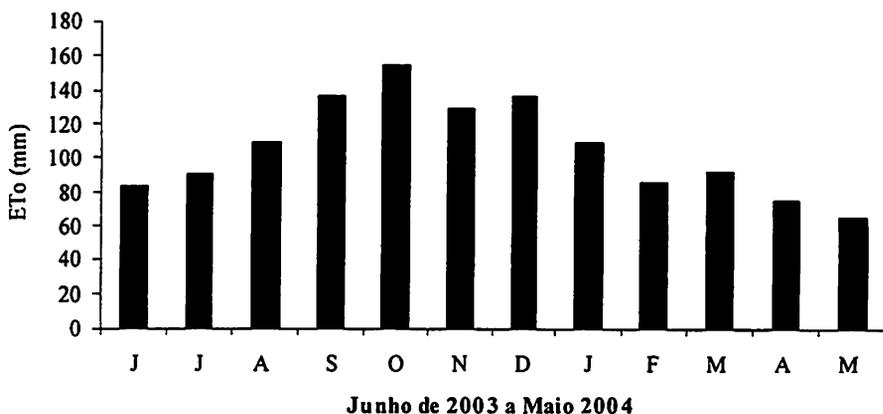


FIGURA 11. Total mensal de evapotranspiração de referência (mm). UFLA, Lavras, MG, ano agrícola 2003/2004.

Os valores totais mensais de evaporação do tanque classe “A” e precipitação ocorridos no ano agrícola 2003/2004 estão apresentados na Figura 12. Pode-se verificar que 79,21% das precipitações ocorreram no período de novembro a março e no período em que foram feitas as irrigações (junho a setembro) ocorreram apenas 2,96% das precipitações. Este fato que mostra que no ano agrícola em questão, a distribuição das precipitações ao longo do ano foi ainda mais inadequada que nos anos anteriores.

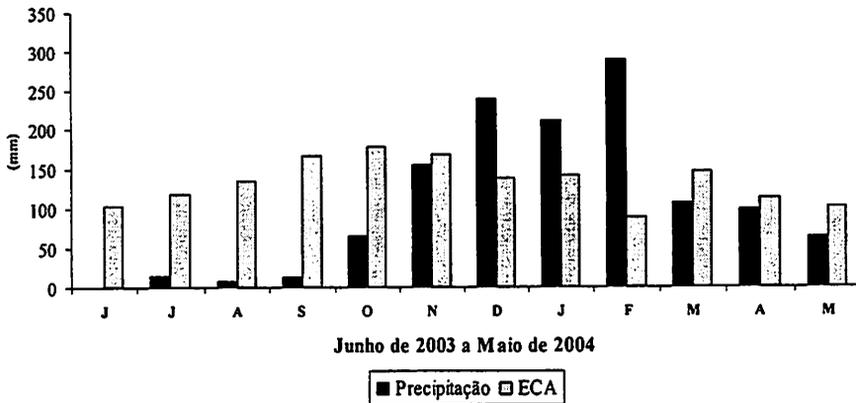


FIGURA 12. Evaporação do tanque classe “A” (mm) e precipitação (mm). UFLA, Lavras, MG, ano agrícola 2003/2004.

Na Tabela 8 observa-se as lâminas recebidas pela cultura (lâmina precipitada, lâmina de irrigação e lâmina de fertirrigação), conforme respectivos tratamentos. Os tratamentos “A” e “D” receberam 389,97 mm de irrigação, o tratamento “B” recebeu 284,98 mm e o tratamento “C” recebeu 141,81 mm.

As lâminas utilizadas para a realização das fertirrigações no ano agrícola em questão foram: 35,5, 73,0, 118,7 e 127,9 mm para a realização das fertirrigações dos tratamentos que receberam 4, 12, 24 e 36 aplicações, respectivamente. Já que, no ano agrícola em questão as lâminas utilizadas para a fertirrigação foram idênticas às utilizadas no ano agrícola 2002/2003, logo, a diferença entre a maior lâmina utilizada e a menor, não provocou efeitos diferenciados sobre a produtividade como se analisa no item 5.1.3.2. Este fato aconteceu também no agrícola 2004/2005. A precipitação total no ano agrícola 2003/2004 foi de 1261,55 mm.

TABELA 8. Lâminas de água precipitada, aplicadas via irrigação, via fertirrigação e totais, (mm). UFLA, Lavras, MG, ano agrícola 2003/2004.

Parcelas	Subparcelas	Precipitação	Lâmina Irrigada	Lâmina de fertirrigação	Lâmina total
P1	A	1261,6	390,0	35,5	1687,0
	B	1261,6	285,0	35,5	1582,0
	C	1261,6	141,8	35,5	1438,8
	D	1261,6	390,0	0,00	1651,5
P2	A	1261,6	390,0	73,0	1724,6
	B	1261,6	285,0	73,0	1619,6
	C	1261,6	141,8	73,0	1476,4
	D	1261,6	390,0	0,00	1651,5
P3	A	1261,6	390,0	118,7	1770,3
	B	1261,6	285,0	118,7	1665,3
	C	1261,6	141,8	118,7	1522,1
	D	1261,6	390,0	0,00	1651,5
P4	A	1261,6	390,0	127,9	1779,4
	B	1261,6	285,0	127,9	1674,4
	C	1261,6	141,8	127,9	1531,2
	D	1261,6	390,0	0,00	1651,5
	E	1261,6			1261,6

Os valores de lâmina de irrigação (390,0 mm) aplicados nos tratamentos “A” e “D” que foram irrigados de junho a setembro (Tabela 8) e de precipitação (37,3 mm) ocorrida no mesmo período (Figura 12), quando comparados com o valor de evapotranspiração de referência 427,27 mm (Figura 11) e de evapotranspiração de cultura 460,7 mm, demonstram que, o manejo por meio da evaporação do tanque classe “A” foi satisfatório, pois, o valor de evapotranspiração estimado para a irrigação com base na ECA e a estimativa por Penman-Monteith-FAO, já que, o desvio foi inferior a 8%.

Outro ponto a analisar, diz respeito ao tratamento não irrigado, que no período recebeu apenas a lâmina de chuva da ordem de 37,3 mm e foi submetido a uma evapotranspiração de 460,7 mm, estes valores configuram um déficit da

ordem de 423,4 mm. Considerando o armazenamento de água na camada de solo de 40 cm, este déficit, como os ocorridos nos outros anos agrícolas, é superior ao valor de 150 mm, valor considerado como limite para caracterizar estresse hídrico prejudicial ao cafeeiro.

### 5.1.3.2 Produtividade

Na Tabela 9 encontra-se o resumo da análise de variância para os resultados de produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total da safra 2004.

TABELA 9. Resumo da análise de variância contendo a soma de quadrados dos resultados de produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total, safra 2004. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	Pano	Varrição	Total
Blocos	3	16316233,5 <sup>ns</sup>	193943,1 <sup>ns</sup>	18383485,4 <sup>ns</sup>
Parcelamento de Adubação	3	4283526,3 <sup>ns</sup>	177370,8 <sup>ns</sup>	5455298,7 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	9	17512432,3	337472,0	18845829,3
Épocas de irrigação	4	86961975,9 <sup>**</sup>	689049,2 <sup>*</sup>	102748473,4 <sup>**</sup>
Resíduo 2	12	35459579,8	601811,4	43808230,9
Parcelamento x épocas	12	28353450,5 <sup>ns</sup>	396963,0 <sup>ns</sup>	31133843,7 <sup>ns</sup>
Resíduo 3	36	47049773,6	1537347,4	60759023,6
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>235936972,0</b>	<b>3933956,8</b>	<b>281134185,0</b>
CV 1 (%)		60,82	63,56	55,70
CV 2 (%)		74,95	73,50	73,54
CV 3 (%)		49,85	67,83	50,00

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente, <sup>\*</sup> significativo ao nível de 5% de probabilidade, <sup>\*\*</sup> significativo ao nível de 1% de probabilidade

A análise de variância forneceu subsídios para afirmar que, no ano agrícola em questão, houve um comportamento idêntico ao ocorrido na safra

2002. Isso significa que, apenas épocas de irrigação proporcionaram diferenças estatísticas sobre as produtividades estudadas, sendo as produtividades de café de pano e total ao nível de 1% de probabilidade e a produtividade de café de varrição ao nível de 5% de probabilidade.

Também como nos demais anos agrícolas verificou-se altos valores de coeficiente de variação (CV), apresentados por todas as fontes de variação em todas as variáveis estudadas. Entretanto, da mesma forma que na safra 2002, mesmo apresentando alto CV, a fonte de variação épocas de irrigação proporcionou efeitos significativos sobre as produtividades estudadas.

O resultado do teste de comparação de médias está apresentado na Tabela 10. Pôde-se verificar que, para as três produtividades estudadas os tratamentos “A” irrigado entre 01/06 e 30/09 com fertirrigação e “D” irrigado entre 01/06 e 30/09 com adubação manual apresentaram as maiores produtividades, não se diferindo estatisticamente, contudo, se diferindo dos demais tratamentos.

As produtividades de café de pano, de varrição e total observadas pelo tratamento irrigado de junho a setembro (A) foram 162,47%, 64,40% e 147,63% superiores às produtividades apresentadas pelo tratamento não irrigado (E) (1460,24, 260,23 e 1720,47 kg ha<sup>-1</sup>, para as produtividades de pano, de varrição e total, respectivamente). Já as produtividades apresentadas pela época de irrigação “B” foram superiores 56,59%, 8,72% e 49,35%, a época de irrigação “D” 103,75%, 48,08% e 95,33%. Já a época de irrigação “C” (irrigado de 01 a 30/09) proporcionou produtividades inferiores às apresentadas pelo tratamento não irrigado, ou seja, produziu 62,49%, 64,19% e 62,75% do que produziu o tratamento não irrigado.

Analisando-se os resultados de produtividade dos tratamentos sob efeito de parcelamentos de adubação, observou-se que a produtividade de café de pano variou de 1916 kg ha<sup>-1</sup> a 2537 kg ha<sup>-1</sup>, a produtividade de café de varrição variou

de 246 kg ha<sup>-1</sup> a 375 kg ha<sup>-1</sup> e a produtividade total variou de 2162 kg ha<sup>-1</sup> a 2822 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 12), não tendo sido constatadas diferenças significativas.

TABELA 10. Resultados do teste de comparação de médias, para as produtividades de café de pano, de varrição e produtividade total da safra 2004, em função épocas de irrigação e produção relativa ao tratamento não irrigado. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Épocas de Irrigação	Pano (kg ha <sup>-1</sup> )	Prod. relativa (%)	Varrição (kg ha <sup>-1</sup> )	Prod. relativa (%)	Total (kg ha <sup>-1</sup> )	Prod. relativa (%)
A	3832,62 a	262,47	427,83 a	164,40	4260,45 a	247,63
B	2286,61 b	156,59	282,92 b	108,72	2569,54 b	149,35
C	912,51 b	62,49	167,04 b	64,19	1079,55 b	62,75
D	2975,21 a	203,75	385,34 a	148,08	3360,55 a	195,33
E	1460,24 b	100,00	260,23 b	100,00	1720,47 b	100,00

Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente

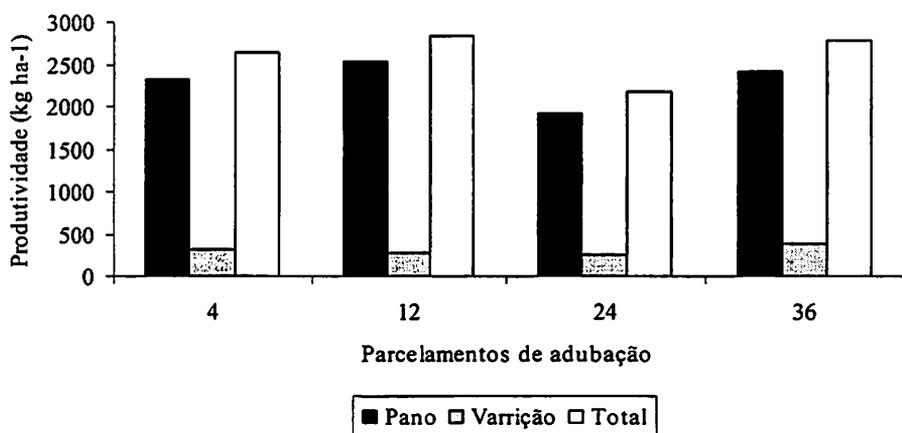


FIGURA 12. Médias de produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total da safra 2004, em função de parcelamentos de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2005.

## 5.1.4 Ano agrícola 2004/2005

### 5.1.4.1 Clima e lâminas de água aplicadas

Durante o ano agrícola 2005, a umidade relativa variou de 56%, em setembro, a 80%, em dezembro. A temperatura média oscilou de 16 °C a 22 °C, tendo a menor temperatura média sido registrada no mês de julho e a maior foi no mês de janeiro (Figura 13). Estas observações demonstram que não houve condições climáticas, no que diz respeito à umidade e à temperatura, que fossem desfavoráveis ao desenvolvimento vegetativo e produtivo do cafeeiro.

Na Figura 14, estão apresentados os totais mensais de evapotranspiração de referência. Pode-se verificar que, durante o período de irrigação do ano agrícola 2004/2005 (junho a setembro de 2004), a evapotranspiração variou de 65,6 mm no mês de junho a 176,1 mm no mês de setembro e a soma da evapotranspiração de referência no período de irrigação revelou um valor da ordem de 459,2 mm.

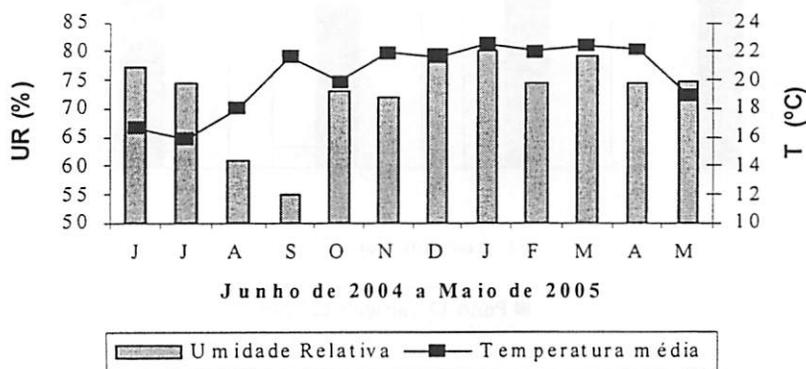


FIGURA 13. Médias mensais de umidade relativa (%) e de temperatura média (°C). UFLA, Lavras, MG, ano agrícola 2004/2005.

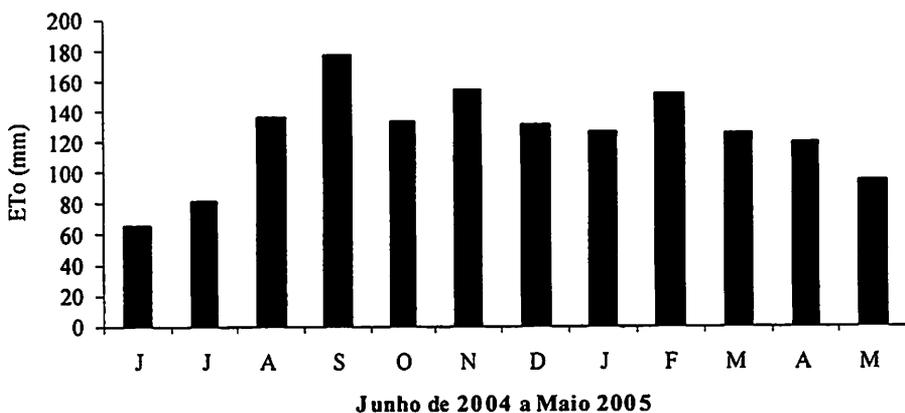


FIGURA 14. Total mensal de evapotranspiração de referência (mm). UFLA, Lavras, MG, ano agrícola 2004/2005.

Os valores totais mensais de evaporação do tanque classe “A” e precipitação ocorridos no ano agrícola 2004/2005 são mostrados na Figura 15. Identificou-se que, de toda a precipitação registrada no ano agrícola em questão, 83,96% ocorreram no período de outubro a março e, no período em que foram feitas as irrigações (junho a setembro), as precipitações foram da ordem de 6,30%, acontecimento praticamente idêntico aos que ocorreram nos demais anos agrícolas analisados.

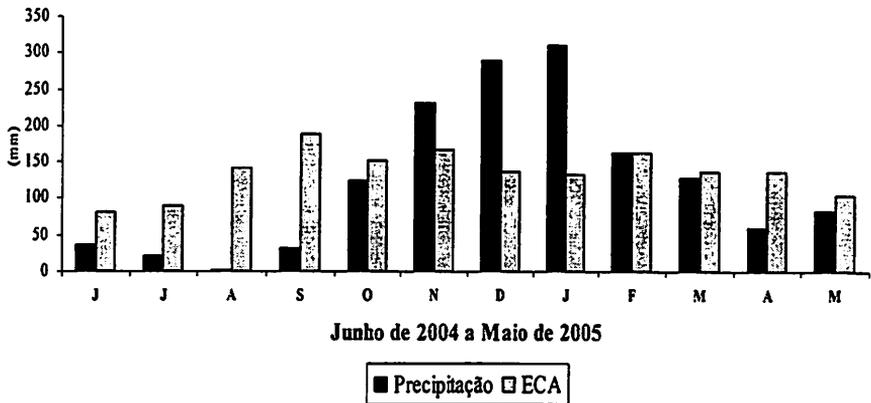


FIGURA 15. Evaporação do tanque classe “A” (mm) e precipitação (mm). UFLA, Lavras, MG, ano agrícola 2004/2005.

A Tabela 11 apresenta as lâminas recebidas pela cultura (lâmina precipitada, lâmina de irrigação e lâmina de fertirrigação), conforme respectivos tratamentos. Os tratamentos “A” e “D” receberam 278,74 mm de irrigação, a época de irrigação “B” recebeu 236,03 mm e a época de irrigação “C” recebeu 139,43 mm. Considerando-se os quatro anos agrícolas aqui observados, verificou-se que, a lâmina recebida pelos tratamentos irrigados a partir de 01 de junho (A e D) no ano agrícola de 2004/2005 foi a menor aplicada, fato atribuído principalmente à ocorrência de precipitações da ordem de 35 mm no mês de junho (Figura 15), valor maior que os registrados nos demais anos agrícolas.

As lâminas de água necessárias para atender às fertirrigações foram de 35,5, 73,0, 118,7 e 127,9 mm respectivamente para os tratamentos que receberam 4, 12, 24 e 36 aplicações.

TABELA 11. Lâminas de água precipitada, aplicadas via irrigação, via fertirrigação e totais, em mm. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Parcelas	Subparcelas	Precipitação	Lâmina Irrigada	Lâmina de fertirrigação	Lâmina total
P1	A	1491,4	278,7	35,5	1805,6
	B	1491,4	236,0	35,5	1762,9
	C	1491,4	139,4	35,5	1666,3
	D	1491,4	278,7	0,00	1770,1
P2	A	1491,4	278,7	73,0	1843,2
	B	1491,4	236,0	73,0	1800,5
	C	1491,4	139,4	73,0	1703,9
	D	1491,4	278,7	0,00	1770,1
P3	A	1491,4	278,7	118,7	1888,9
	B	1491,4	236,0	118,7	1846,2
	C	1491,4	139,4	118,7	1749,6
	D	1491,4	278,7	0,00	1770,1
P4	A	1491,4	278,7	127,9	1898,0
	B	1491,4	236,0	127,9	1855,3
	C	1491,4	139,4	127,9	1758,7
	D	1491,4	278,7	0,00	1770,1
	E	1491,4			1491,4

#### 5.1.4.2 Produtividade

O resumo da análise de variância para os resultados de produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total da safra 2005 está apresentado na Tabela 12. Verifica-se que apenas o fator épocas de irrigação mostrou efeito estatisticamente significativo sobre a produtividade de café de varrição.

No ano agrícola 2004/2005, mesmo havendo uma alternância de tratamentos mais produtivos, verificou-se a existência de altos valores de coeficiente de variação (CV), apresentados por todas as fontes de variação e em todas as produtividades estudadas. Entretanto, não foi verificado efeito de épocas de irrigação sobre a produtividade de café derriçado no pano e sobre a

produtividade total. Esta situação pode ser atribuída primeiro à ocorrências de precipitações que, embora pequenas, foram distribuídas nos meses de junho, julho e setembro uniformizando os tratamentos e segundo a um possível esgotamento do tratamento irrigado entre junho e setembro (A), que apresentou na safra anterior uma produtividade bastante elevada (Tabela 10).

TABELA 12. Resumo da análise de variância contendo a soma de quadrados dos resultados de produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total, safra 2005. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	Pano	Varrição	Total
Blocos	3	15717806,86 <sup>ns</sup>	238557,21 <sup>ns</sup>	16550130,72 <sup>ns</sup>
Parcelamento de Aducação	3	4788215,48 <sup>ns</sup>	296271,66 <sup>ns</sup>	7271132,89 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	9	34106975,18	641577,46	38057232,87
Épocas de irrigação	4	44110918,91 <sup>ns</sup>	559684,77 <sup>**</sup>	51880801,44 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	12	62475351,12	170454,73	61770371,08
Parcelamento x épocas	12	17080189,18 <sup>ns</sup>	656684,02 <sup>ns</sup>	22646175,29 <sup>ns</sup>
Resíduo 3	36	95545835,43	1129095,11	107039417,91
Total	79	273825292,16	3692324,96	305215262,20
CV 1 (%)		52,59	80,12	50,96
CV 2 (%)		61,64	35,76	56,23
CV 3 (%)		44,01	53,14	42,73

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente, <sup>\*\*</sup> significativo ao nível de 1% de probabilidade

O resultado do teste de comparação de médias está apresentado na Tabela 13. É possível verificar que, para a produtividade de café de varrição, os tratamentos “C” (irrigado de 01 a 30/09) e “E” não irrigado (testemunha) apresentaram as maiores produtividades, não diferindo estatisticamente, contudo, diferindo dos demais tratamentos. O fato de estes tratamentos terem apresentado as maiores médias de produtividade pode estar relacionado a: 1º) a alta produtividade da época de irrigação “C” e 2º) ao estágio avançado de maturação dos frutos do tratamento “E”.

As produtividades de pano e total da época de irrigação “C” foram 37,21% e 32,94% superiores à produtividade do tratamento não irrigado.

A produtividade total apresentada pelo tratamento não irrigado, cerca de 65 sacas de 60 kg ha<sup>-1</sup>, está bem acima da média de produtividade de cafeeiros não irrigados no Sul de Minas (25 sacas de 60 kg ha<sup>-1</sup>) e pode ser atribuída à precipitação. Apesar de mal distribuídas, ainda houve pequenas precipitações nos meses de junho, julho, agosto, setembro e outubro.

TABELA 13. Resultados do teste de comparação de médias para as produtividades de café de pano, de varrição e produtividade total da safra 2005, em função de épocas de irrigação e produção relativa ao tratamento não irrigado. UFPA, Lavras, MG, 2005.

Épocas de irrigação	Pano (kg ha <sup>-1</sup> )	Prod. relativa (%)	Varrição (kg ha <sup>-1</sup> )	Prod. relativa (%)	Total (kg ha <sup>-1</sup> )	Prod. relativa (%)
A	2542,36	72,56	196,26 c	46,12	2738,63	69,69
B	4071,63	116,20	309,34 b	72,68	4380,96	111,49
C	4807,57	137,21	416,34 a	97,82	5223,91	132,94
D	3583,56	102,27	318,68 b	74,88	3902,18	99,30
E	3503,92	100,00	425,60 a	100,00	3929,52	100,00

Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente

Analisando-se os resultados de produtividade dos tratamentos sob efeito de parcelamentos de adubação, observou-se que a produtividade de café de pano variou de 3337 kg ha<sup>-1</sup> a 4024 kg ha<sup>-1</sup>; do café de varrição de 268 kg ha<sup>-1</sup> a 432 kg ha<sup>-1</sup> e a produtividade total variou de 3605 kg ha<sup>-1</sup> a 4457 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 16).

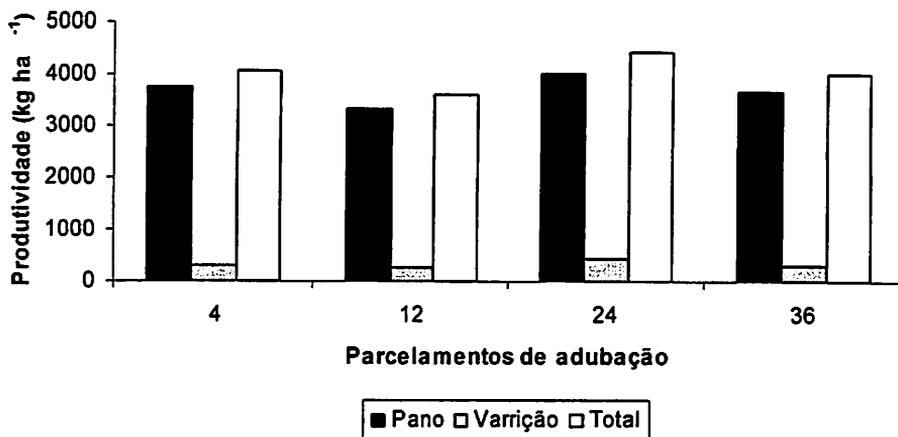


FIGURA 16. Médias de produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total, safra 2005, em função de parcelamentos de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2005.

### 5.1.5 Análise conjunta (temporal), safras 2002 a 2005

O resumo da análise de variância conjunta (temporal) das safras 2002 a 2005 encontra-se na Tabela 14, pela qual constata-se que: o fator parcelamentos de adubação não afetou significativamente as produtividades estudadas, que houve efeito estatisticamente significativo de épocas de irrigação sobre as produtividades de café de pano e produtividade total ao nível de 5% de probabilidade; que houve efeito estatisticamente significativo de safras ao nível de 1% de probabilidade e que a única interação significativa que ocorreu foi a entre safras e épocas de irrigação.

Houve também efeito significativo de blocos, o que demonstra que falta de uniformidade entre os blocos, entretanto, apesar desta situação, foi possível identificar os efeitos significativos supracitados.

TABELA 14. Resumo da análise de variância conjunta (safras 2002 a 2005), contendo a soma de quadrados dos resultados de produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	Pano	Varrição	Total
Blocos	3	5096009,55*	811619,90*	8149081,46*
Parcelamento de Adubação	3	1083607,67 <sup>ns</sup>	192629,27 <sup>ns</sup>	2080362,26 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	9	10318171,00	1402602,37	16350670,98
Épocas de irrigação	4	25268172,75*	505071,66 <sup>ns</sup>	28502270,10*
Resíduo 2	12	16831625,59	670469,71	18755943,21
Parcelamento x Épocas	12	5923693,29 <sup>ns</sup>	784855,98 <sup>ns</sup>	7525625,88 <sup>ns</sup>
Resíduo 3	36	24678006,06	2390180,41	33755357,71
Safras	3	160195891,03**	20370204,97**	196874127,98**
Resíduo 4	9	42489960,04	1233020,19	48979207,32
Safras x Parcelamentos	9	11427004,75 <sup>ns</sup>	524142,32 <sup>ns</sup>	16007177,29 <sup>ns</sup>
Resíduo 5	27	66591976,90	3402833,72	82391537,01
Safras x Épocas	12	153890998,22**	5711792,94**	195000764,15**
Resíduo 6	36	138153322,83	3274011,08	164609468,07
Safras x Parcel. x Épocas	36	61148870,84 <sup>ns</sup>	2628021,48 <sup>ns</sup>	78267155,15 <sup>ns</sup>
Resíduo 7	108	171837321,38	8995362,52	223769465,37
<b>Total</b>	<b>319</b>	<b>894934631,89</b>	<b>52896818,54</b>	<b>1121018214,00</b>

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente, \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade, significativo a 5% de probabilidade.

A existência de diferenças estatisticamente significativas entre safras fornece indícios da ocorrência de ciclo bienal de produtividade do cafeeiro. A existência de interações estatisticamente significativas entre safras e épocas de irrigação permite afirmar, a priori, que, considerando uma mesma época de irrigação existem safras estatisticamente diferentes, corroborando com asserções supracitadas sobre o fato de que a irrigação não elimina o ciclo bienal de produtividade do cafeeiro. Tais asserções são também relatadas por Coelho (2001).

Considerando os tratamentos que receberam diferentes parcelamentos de adubação, a produtividade média de café pano variou de 2520,19 kg ha<sup>-1</sup> a 2683,78 kg ha<sup>-1</sup>, do café de varrição variou de 412,45 kg ha<sup>-1</sup> a 459,67 kg ha<sup>-1</sup> e a produtividade total variou de 2932,64 kg ha<sup>-1</sup> a 3153,35 kg ha<sup>-1</sup>. Uma observação minuciosa destes valores permite verificar a pequena diferença existente entre os valores dentro de uma mesma produtividade, situação que facilita a compreensão da não existência de diferenças estatisticamente significativas nos tratamentos sob efeito de diferentes parcelamentos de adubação (Figura 17).

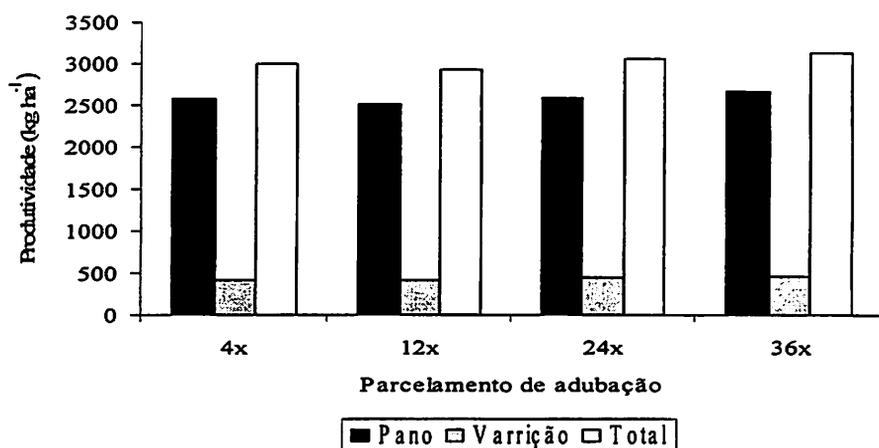


FIGURA 17. Médias de produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total das safras 2002 a 2005, em função de parcelamentos de adubação. UFLA, Lavras, MG.

Quanto aos tratamentos sob efeito de épocas de irrigação, verificou-se pelo teste de comparação de médias, que os tratamentos “A”, “B” e “D” não se diferiram estatisticamente, tanto no que diz respeito à produtividade de café de pano quanto à produtividade total. Entretanto, diferiram dos tratamentos “C” e “E”, que não diferiram entre si, estatisticamente (Tabela 15).

A média de produtividade total das safras 2002 a 2005 do tratamento irrigado entre 01/06 e 30/09 foi 32,16% superior à do tratamento não irrigado (E). Esta diferença representa o equivalente a 817,89 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, ou 13,6 sacas de 60 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

TABELA 15. Resultados do teste de comparação de médias do fator épocas de irrigação, para as produtividades de café de pano, de varrição e produtividade total (safras 2002 a 2005). UFLA, Lavras, MG, 2005.

Épocas de irrigação	Pano (kg ha <sup>-1</sup> )	Produção relativa (%)	Total (kg ha <sup>-1</sup> )	Produção relativa (%)
A	2932,11 a	137,95	3361,47 a	132,16
B	2632,83 a	123,87	3128,83 a	123,01
C	2494,71 b	117,37	2877,76 b	113,14
D	2817,40 a	132,55	3287,71 a	129,26
E	2125,56 b	100,00	2543,58 b	100,00

Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente.

Comparando-se a produtividade do tratamento “A” com a do tratamento “D”, verifica-se uma pequena diferença de produtividade. Esses valores revelam não existir efeito da fertirrigação ou do produto utilizado. A única diferença entre os referidos tratamentos é a maneira como é aplicado o adubo e as fontes utilizadas, já que ambos foram irrigados entre 01/06 e 30/09. Porém, o tratamento “A” foi fertirrigado com adubos apropriados para esta modalidade e o tratamento “D” utilizou adubos convencionais que foram aplicados manualmente.

Tão importante quanto à comparação de médias, (Tabela 16), é a tendência dos valores de produtividade apresentada pelas variáveis estudadas. Pode-se verificar que as produtividades aumentaram na safra 2003 em relação à

safra 2002, depois decresceram na safra 2004 e aumentaram de novo na safra 2005, confirmando o ciclo bienal de produtividade.

TABELA 16. Resultados do teste de comparação de médias do fator safras (2002 a 2005), para as produtividades de café de pano e produtividade total. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Safras	Pano (kg ha <sup>-1</sup> )	Varrição (kg ha <sup>-1</sup> )	Total (kg ha <sup>-1</sup> )
2002	1767,57 b	246,50 b	2014,07 b
2003	2639,27 b	872,98 a	3512,25 a
2004	2293,44 b	304,67 b	2598,11 b
2005	3701,81 a	333,23 b	4035,04 a

Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente

Como houve interação significativa entre safras e épocas de irrigação (Tabela 15), fez-se necessário uma análise de variância para o desdobramento de safras dentro de cada nível de épocas de irrigação, cujo resumo é apresentado na Tabela 17.

TABELA 17. Resumo da análise de variância, para o desdobramento de safras dentro de épocas de irrigação, contendo a soma de quadrados dos resultados de produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total. UFLA, Lavras – MG, 2005.

FV	GL	Pano	Varrição	Total
Safras dentro de A	3	20579453,78 <sup>ns</sup>	1327579,24 <sup>**</sup>	22383455,13 <sup>ns</sup>
Safras dentro de B	3	63954493,78 <sup>**</sup>	4870950,06 <sup>**</sup>	68976511,94 <sup>**</sup>
Safras dentro de C	3	158789583,43 <sup>**</sup>	6218837,51 <sup>**</sup>	200749880,97 <sup>**</sup>
Safras dentro de D	3	17376813,06 <sup>ns</sup>	7242989,08 <sup>**</sup>	21344431,35 <sup>ns</sup>
Safras dentro de E	3	53386545,20 <sup>**</sup>	6421642,02 <sup>**</sup>	78420612,73 <sup>**</sup>
Resíduo	45	180643282,87	4406875,02	213588675,38

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente, <sup>\*\*</sup> Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Os dados permitem verificar que, em relação às produtividades de café de pano e total, não houve diferenças estatísticas entre as safras apenas nos tratamentos “A” e “D”, ambos irrigados entre 01/06 e 30/09. Com relação à produtividade de café de pano, houve diferenças estatísticas entre as safras em todos os tratamentos.

A Tabela 18 apresenta a comparação de médias para o desdobramento de safras dentro de cada nível de épocas de irrigação. Os valores de produtividade que constam na tabela em questão já foram apresentados em suas respectivas safras, entretanto, a sua importância se fundamenta na possibilidade de visualizar o comportamento da produtividade de cada tratamento em safras sucessivas.

Dessa forma, é possível verificar, com relação às produtividades de café de pano e total, que os tratamentos “B”, “C” e “E” apresentaram oscilações de produtividade de tal magnitude que houve diferenças significativas. Entretanto, analisando-se os tratamentos “A” e “D”, ambos irrigados a partir de 01/06, verifica-se que apesar de apresentarem oscilações entre as safras, estas foram em magnitude tão inferiores às dos demais tratamentos que não houve diferenças estatisticamente significativas entre as safras, indicando quebra do ciclo bienal de produtividade.

Esta discussão fica mais clara com a análise do coeficiente de variação das safras para cada tratamento. Vê-se que os tratamentos “A” e “D” apresentaram os menores coeficientes de variação para as três produtividades estudadas (Tabela 18).

TABELA 18. Resultados do teste de comparação de médias desdobrando-se épocas de irrigação dentro das safras e safras dentro das épocas de irrigação, pela metodologia de Scott-Knott, para a produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Produtividade de café de pano (kg ha <sup>-1</sup> )								Média (kg ha <sup>-1</sup> )	Desvio padrão (kg ha <sup>-1</sup> )	CV (%)
Épocas	Safras									
	2002	2003	2004	2005						
A	2987,33 a	2366,12 a	3832,62 a	2542,36 a	2932,11	654,78	22,33			
B	1308,63 b	2864,44 b	2286,61 b	4071,63 a	2632,83	1154,29	43,84			
C	1179,45 c	3079,30 b	912,51 c	4807,57 a	2494,71	1818,82	72,91			
D	2201,63 a	2509,21 a	2975,21 a	3583,56 a	2817,40	601,68	21,36			
E	1160,80 b	2377,28 a	1460,24 b	3503,92 a	2125,56	1054,62	49,62			
Produtividade de café de varrição (kg ha <sup>-1</sup> )								Média (kg ha <sup>-1</sup> )	Desvio padrão (kg ha <sup>-1</sup> )	CV (%)
A	B	C	D	E						
A	523,07 a	570,28 a	427,83 a	196,26 b	429,36	166,31	38,73			
B	427,27 a	964,47 b	282,92 a	309,34 a	496,00	318,56	64,22			
C	71,80 a	877,05 c	167,04 a	416,34 b	383,06	359,94	93,97			
D	144,53 a	1032,74 b	385,34 a	318,62 a	470,31	388,45	82,60			
E	65,85 a	920,39 c	260,23 b	425,60 b	418,02	365,77	87,50			
Produtividade total (kg ha <sup>-1</sup> )								Média (kg ha <sup>-1</sup> )	Desvio padrão (kg ha <sup>-1</sup> )	CV (%)
A	B	C	D	E						
A	3510,39 a	2936,40 a	4260,45 a	2738,63 a	3361,47	682,88	20,31			
B	1735,89 a	3828,91 b	2569,54 a	4380,96 b	3128,83	1198,75	38,31			
C	1251,25 a	3956,35 b	1079,55 a	5223,91 b	2877,76	2045,06	71,06			
D	2346,16 a	3541,95 a	3360,55 a	3902,18 a	3287,71	666,84	20,28			
E	1226,65 a	3297,66 b	1720,47 a	3929,52 b	2543,58	1278,19	50,25			

Valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente na horizontal.

## 5.2 Experimento 2

### 5.2.1 Análise conjunta (temporal), safras 1998 a 2005

Na Tabela 19 encontra-se o resumo da análise de variância conjunta (temporal) das safras 1998 a 2005. Os valores presentes na referida tabela são as somas de quadrados da produtividade de café de pano, de café de varrição e a produtividade total.

A análise de variância permitiu verificar que: o fator épocas de irrigação afetou significativamente as produtividades de café de pano e produtividade total; houve diferenças estatísticas entre safras; parcelamentos de adubação não afetaram as produtividades estudadas e a única interação significativa foi entre épocas de irrigação e safras.

Exatamente como ocorreu na análise conjunta do experimento 1, neste houve diferenças estatísticas significativas entre as épocas de irrigação, as safras e interação estatisticamente significativa entre safras e épocas de irrigação, confirmaram, conforme discussões anteriores, a existência de ciclos bienais de produtividade do cafeeiro e o fato de que algumas épocas de irrigação não eliminam este comportamento.

Considerando-se os efeitos de parcelamentos de adubação, a produtividade média de café de pano em 8 safras variou de 2710,81 kg ha<sup>-1</sup> a 2822,44 kg ha<sup>-1</sup>, a produtividade de café de varrição variou de 461,24 kg ha<sup>-1</sup> a 481,99 kg ha<sup>-1</sup> e, a produtividade total variou de 3172,05 kg ha<sup>-1</sup> a 3292,97 kg ha<sup>-1</sup>. Uma observação minuciosa destes valores permite verificar a pequena diferença existente entre os valores dentro de uma mesma produtividade, situação que facilita a compreensão da não existência de diferenças estatisticamente significativas nos tratamentos sob efeito de diferentes parcelamentos de adubação (Figura 18).

TABELA 19. Resumo da análise de variância conjunta (safras 1998 a 2005), contendo a soma de quadrados dos resultados de produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	Pano	Varrição	Total
Blocos	3	8790444,07*	811619,90*	8149081,46*
Parcelamento de adubação	2	614092,04 <sup>ns</sup>	192629,27 <sup>ns</sup>	2080362,26 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	6	2274893,06	1402602,37	16350670,98
Épocas	2	12536117,29*	505071,66 <sup>ns</sup>	28502270,10*
Resíduo 2	6	4266073,26	670469,71	18755943,21
Parcelamento x Épocas	4	2272087,06 <sup>ns</sup>	784855,98 <sup>ns</sup>	7525625,88 <sup>ns</sup>
Resíduo 3	12	12945142,41	2390180,41	33755357,71
Safras	7	109466226,37**	20370204,97**	196874127,98**
Resíduo 4	21	48325052,59	1233020,19	48979207,32
Safras x Parcelamentos	14	45746865,92 <sup>ns</sup>	524142,32 <sup>ns</sup>	16007177,29 <sup>ns</sup>
Resíduo 5	42	77968363,62	3402833,72	82391537,01
Safras x Épocas	14	210388039,61**	5711792,94**	195000764,15**
Resíduo 6	42	105807548,94	3274011,08	164609468,07
Safras x Parcel. x Épocas	28	34380294,58 <sup>ns</sup>	2628021,48 <sup>ns</sup>	78267155,15 <sup>ns</sup>
Resíduo 7	84	123165612,45	8995362,52	223769465,37
<b>Total</b>	<b>287</b>	<b>798946853,27</b>	<b>52896818,54</b>	<b>1121018214,00</b>

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente, \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade

O fato de parcelamentos de adubação não propiciarem alterações significativas sobre a produtividade do cafeeiro no Sul de Minas, está relatado em diversos trabalhos, como o de Silva et al. (2002), que não encontraram efeito do parcelamento de adubação sobre a produtividade do café ‘Acaia’.

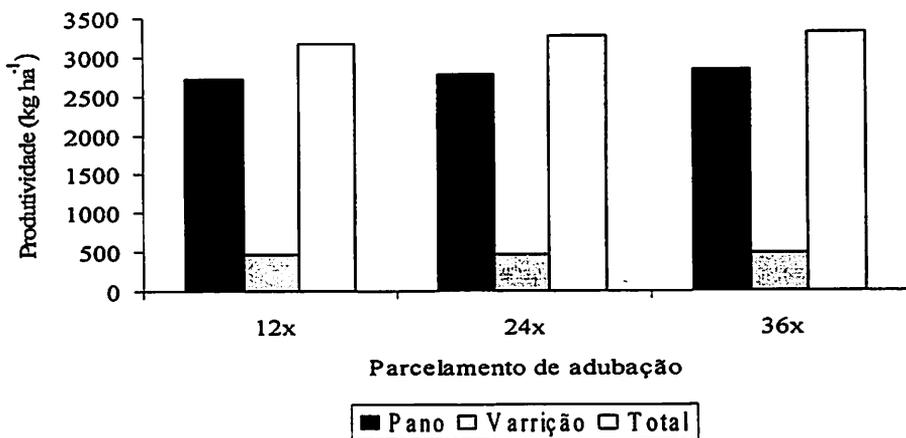


FIGURA 18. Médias de produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total (safras 1998 a 2005) em função de parcelamentos de adubação. UFLA, Lavras, MG, 2005.

O teste de comparação de médias, para as médias das safras 1998 a 2005, da produtividade de café de pano e total, sob o efeito de épocas de irrigação, é apresentado na Tabela 20. É possível constatar, em relação à produtividade de café de pano, que o tratamento irrigado entre 01/06 e 30/09 apresentou a maior média de produtividade 3056,46 kg ha<sup>-1</sup>. Os tratamentos irrigados entre 15/07 e 30/09 e de 01 a 30/09 não diferiram com produtividades de 2697,14 kg ha<sup>-1</sup> e 2562,09 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Em relação à produtividade total, os tratamentos “A” e “B” não diferiram estatisticamente, com produtividades de 3540,55 kg ha<sup>-1</sup> e 3234,18 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Entretanto, diferiram do tratamento “C”, que proporcionou uma produtividade de 2954,72 kg ha<sup>-1</sup>.

TABELA 20. Resultados do teste de comparação de médias do fator épocas de irrigação, para as produtividades de café de pano e produtividade total (safras 1998 a 2005). UFLA, Lavras, MG, 2005.

Épocas de irrigação	Pano (kg ha <sup>-1</sup> )	Total (kg ha <sup>-1</sup> )
A	3056,46 a	3540,55 a
B	2697,14 b	3234,18 a
C	2562,09 b	2954,72 b

Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente.

Comparando-se o valor de produtividade total (média de 8 safras) do tratamento irrigado entre 01/06 e 30/09 (3540,55 kg ha<sup>-1</sup>) com o valor de produtividade total (média de 4 safras) do tratamento não irrigado (E) do Capítulo 2 (2543,58 kg ha<sup>-1</sup>), que por sua vez é um valor considerável, tem-se uma diferença de produtividade da ordem de 996,97 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Transformando esta diferença em sacas de 60 kg de café beneficiado, tem-se 16,62 sacas de 60 kg por hectare por ano, o que significa um incremento de produtividade, em 8 safras, de aproximadamente 133 sacas de 60 kg de café beneficiado.

Como a análise de variância conjunta identificou que houve efeito estatisticamente significativo da interação entre safras e épocas de irrigação, foram feitas duas análises de variância para os desdobramentos desta interação. A primeira foi para o desdobramento de épocas de irrigação dentro de cada safra estudada (Tabela 21) e a segunda foi para o desdobramento de safras dentro de cada época de irrigação (Tabela 22).

Considerando-se a produtividade de café de pano e a produtividade total, a Tabela 21 mostra que não houve diferenças estatísticas significativas de produtividade entre os tratamentos de épocas de irrigação nas safras 1998, 1999 e 2003. Em relação à produtividade de café de varrição, não houve diferenças

estatísticas significativas de produtividade entre os tratamentos de épocas de irrigação, nas safras 1998, 1999, 2004 e 2005.

TABELA 21. Resumo da análise de variância, para o desdobramento de épocas de irrigação dentro das safras, contendo a soma de quadrados dos resultados de produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	Pano	Varrição	Total
Épocas dentro 1998	2	6313044,93 <sup>ns</sup>	103266,31 <sup>ns</sup>	7643897,41 <sup>ns</sup>
Épocas dentro 1999	2	4830493,05 <sup>ns</sup>	8085,56 <sup>ns</sup>	5122959,18 <sup>ns</sup>
Épocas dentro 2000	2	89325779,55 <sup>**</sup>	1229065,26 <sup>**</sup>	111475888,82 <sup>**</sup>
Épocas dentro 2001	2	20057273,85 <sup>**</sup>	2069025,38 <sup>**</sup>	25176579,31 <sup>**</sup>
Épocas dentro 2002	2	23424205,90 <sup>**</sup>	1327384,75 <sup>**</sup>	31096179,13 <sup>**</sup>
Épocas dentro 2003	2	2162857,88 <sup>ns</sup>	781452,10 <sup>**</sup>	4395492,70 <sup>ns</sup>
Épocas dentro 2004	2	47253542,92 <sup>**</sup>	395462,68 <sup>ns</sup>	56287197,34 <sup>**</sup>
Épocas dentro 2005	2	29556958,82 <sup>**</sup>	175688,73 <sup>ns</sup>	34289897,43 <sup>**</sup>
Resíduo	48	103194020,81	2639349,32	126077536,85

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente, <sup>\*\*</sup> significativo ao nível de 1% de probabilidade

Tratando-se do desdobramento de safras dentro de cada época de irrigação, verifica-se que houve diferença de produtividade entre as safras em todos os tratamentos de épocas de irrigação e em todas as produtividades estudadas (Tabela 22).

Em virtude das constatações anteriormente descritas, fez-se o teste de comparação de médias para os desdobramentos mencionados, cujos resultados estão presentes nas Tabelas 23, 24 e 25.

TABELA 22. Resumo da análise de variância, para o desdobramento de safras dentro de épocas de irrigação, contendo a soma de quadrados dos resultados de produtividade de café de pano, de varrição e produtividade total. UFLA, Lavras, MG, 2005.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Pano</b>	<b>Varrição</b>	<b>Total</b>
Safras dentro de A	7	63942725,74 **	1496067,40 **	67548857,97 **
Safras dentro de B	7	78480296,21 **	9292567,84 **	94650882,04 **
Safras dentro de C	7	177431244,03 **	5577447,60 **	223758231,24 **
<b>Resíduo</b>	<b>63</b>	<b>154132601,53</b>	<b>4214906,07</b>	<b>193738956,80</b>

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade

A análise das Tabelas 23 e 24 permitem verificar que o tratamento “A” (irrigado entre 01/06 e 30/09) foi o mais uniforme quanto aos valores de produtividade, tanto para a de café de pano quanto para a produtividade total. Em ambas as variáveis, ocorreram apenas duas safras com valores diferentes estatisticamente, os quais correspondem às safras 2000 e 2004 (4846,54 kg ha<sup>-1</sup> e 3798,00 kg ha<sup>-1</sup> para a produtividade de café de pano e 5419,79 kg ha<sup>-1</sup> e 4232,77 kg ha<sup>-1</sup>, para produtividade total, respectivamente). Já os demais tratamentos alternaram anos de safras maiores e anos de safras menores, tanto para a produtividade de café de pano como para a produtividade total.

A análise do desvio padrão da média (Tabelas 23 e 24) fornece subsídios à afirmação de que o tratamento irrigado entre 01/06 e 30/09 (Tratamento A) foi o que apresentou maior uniformidade entre as safras, pois, foi o que apresentou menor desvio padrão da média, tanto para a produtividade de café de pano como para a produtividade total. Conseqüentemente, esta situação refletiu no coeficiente de variação das safras, fazendo com que o tratamento “A” apresentasse menor valor de CV que os demais tratamentos, ou seja, para a produtividade de café de pano, o tratamento “A” apresentou coeficiente de variação igual 28,55%; já os tratamentos “B” e “C”, 35,84% e 56,73%,

respectivamente. Considerando a produtividade total, o tratamento “A” apresentou CV igual a 25,33%, “B” e “C” iguais a 32,82% e 55,24%, respectivamente.

TABELA 23. Resultados do teste de comparação de médias de produtividade de café pano, desdobrando épocas de irrigação dentro das safras e safras dentro das épocas de irrigação. UFLA, Lavras, MG, 2005.

	Épocas de irrigação					
	A		B		C	
	Produtividade de café de pano (kg ha <sup>-1</sup> )					
1998	2726,01	b A	2117,19	b A	1706,66	b A
1999	2939,24	b A	3596,43	a A	3796,87	a A
2000	4846,54	a A	2214,26	b B	1087,23	b B
2001	2143,32	b B	3011,11	a B	3970,90	a A
2002	2988,31	b A	1255,37	b B	1299,82	b B
2003	2455,25	b A	2858,03	a A	3042,23	a A
2004	3798,00	a A	2185,42	b B	1002,64	b B
2005	2555,02	b B	4339,33	a A	4590,34	a A
Média	3056,46		2697,14		2562,09	
Desvio	872,48		966,59		1453,37	
CV (%)	28,55		35,84		56,73	

Valores seguidos de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem.

Fazendo-se uma comparação entre as produtividades dos diversos tratamentos em função de épocas de irrigação, observa-se que o tratamento irrigado entre 01/06 e 30/09 (A) apresentou produtividade de café de pano e total no mínimo igual ou superior à dos demais tratamentos em 6 das 8 safras estudadas. Ou seja, os tratamentos irrigados entre 15/07 e 30/09 e de 01 a 30/09 apresentaram produtividades superiores às do tratamento “A”, nas safras 2001 e 2005.

Verifica-se também ao se observar as médias de produtividade de café de pano e total dos tratamentos “B” e “C”, que há uma alternância perfeita de produtividade, ou seja, anos de maior produtividade seguidos de anos de menor

produtividade, tornando explícita a bialidade de produção do cafeeiro nestes dois tratamentos. Entretanto, observando o CV apresentado pelo tratamento “B” verifica-se uma redução do ciclo bienal de produtividade. Já, a observação das médias de produtividade do tratamento “A”, permite afirmar que a irrigação entre 01/06 e 30/09 quebrou o ciclo bienal de produtividade, pois, é possível verificar uma seqüência de duas safras iguais (1998 e 1999) uma safra maior (2000) e outra seqüência de três safras iguais (2001, 2002 e 2003).

TABELA 24. Resultados do teste de comparação de médias de produtividade total, desdobrando épocas de irrigação dentro das safras e safras dentro das épocas de irrigação. UFLA, Lavras, MG, 2005.

	Épocas de irrigação					
	A		B		C	
	Produtividade total (kg ha <sup>-1</sup> )					
1998	3266,56	b A	2529,95	b A	2157,61	b A
1999	3347,96	b A	4007,14	a A	4238,34	a A
2000	5419,79	a A	2460,17	b B	1226,13	b B
2001	2700,37	b B	4136,32	a A	4683,50	a A
2002	3495,26	b A	1713,46	b B	1377,20	b B
2003	3096,32	b A	3856,29	a A	3817,28	a A
2004	4232,77	a A	2481,55	b B	1180,97	b B
2005	2765,37	b B	4688,54	a A	4956,71	a A
Média	3540,55		3234,18		2954,72	
Desvio	896,75		1061,51		1632,11	
CV (%)	25,33		32,82		55,24	

Valores seguidos de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem.

Já para a produtividade de café de varrição (Tabela 25), da mesma forma que para as produtividades de café de pano e total, o tratamento irrigado entre 01/06 e 30/09 (Tratamento A) foi o que apresentou maior uniformidade entre as safras, pois, apresentou apenas uma safra diferente estatisticamente, menor desvio padrão da média (133,46 kg ha<sup>-1</sup>) e menor coeficiente de variação (27,57%). O tratamento menos uniforme foi o tratamento “C”.

TABELA 25. Resultados do teste de comparação de médias de produtividade de café de varrição, desdobrando-se épocas de irrigação dentro de safras e safras dentro de épocas de irrigação. UFLA, Lavras, MG, 2005.

	Épocas de irrigação					
	A		B		C	
	Produtividade de café de varrição (kg ha <sup>-1</sup> )					
1998	540,55	a A	412,76	b A	450,95	b A
1999	408,73	a A	410,71	b A	441,47	b A
2000	573,25	a A	245,91	b B	138,90	c B
2001	557,04	a B	1125,21	a A	712,59	a B
2002	506,94	a A	458,09	b A	77,38	c B
2003	641,07	a B	998,27	a A	775,05	a B
2004	434,77	a A	296,13	b A	178,32	c A
2005	210,35	b A	349,21	b A	366,38	b A
Média	484,09		537,04		392,63	
Desvio	133,46		332,60		257,68	
CV (%)	27,57		61,93		65,63	

Valores seguidos de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem.

## 6 CONCLUSÕES

- Os resultados positivos da irrigação permitem considerar que estimar a necessidade de irrigação pelo tanque classe “A” é adequado;
- O parcelamento das adubações não concorreu para o aumento de produtividade do cafeeiro;
- A irrigação entre 01/06 e 30/09 seja fertirrigada ou com aplicação manual de adubos e a irrigação entre 15/07 e 30/09 proporcionaram aumentos significativos de produtividade;
- A irrigação entre 01/06 e 30/09 eliminou o ciclo bienal de produtividade do cafeeiro.
- A irrigação realizada de 15/07 a 30/09 não eliminou o ciclo bienal de produtividade mais concorreu para redução de sua amplitude.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**, Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56)
- CASTRO NETO, P. Veranico: um problema de seca no período chuvoso. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.138, p.59-62, 1986.
- CFSENG - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação**. Lavras, 1989. 176p.
- CFSEMG - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa 1999. 360p.
- COELHO, G. **Épocas de irrigação, parcelamentos de adubação e fertirrigação do cafeeiro no sul de Minas Gerais**. 2001, 54 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução H.R. Gheyi et al. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. Tradução de: Yield Response to Water (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- FERNANDES, A. L. T.; DRUMOND, L. C. D. Cafeicultura irrigada: alternativas para vencer o déficit hídrico. **Cafeicultura A revista do Cafeicultor**, Patrocínio, v. 1, n. 3, p. 2124, 2002.
- PAPADOPOULOS, I. Fertirrigação: situação atual e perspectivas para o futuro. In: Folegatti, M.V. Workshop de Fertirrigação, 1., 1999. Piracicaba. **fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999, p 1167.
- RODRIGUES, S. B. S., MOURA, B. R. de, SOARES, A. R., VICENTE, M. R., MANTOVANI, E. C. Avaliação do efeito de diferentes dosagens de nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produtividade de cafeeiros na região de Viçosa MG. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2005, Londrina, PR. **Anais...** Brasília – DF: Embrapa Café, 2005. 1CD-ROM.

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

SILVA, A. L. da, FARIA, M. A. de, SILVA, M. de L. O. e. COSTA, H. de S. C., GARCIA, P. R., GUIMARÃES, P. T. G., SILVA, E. L.da. Produtividade das três primeiras safras do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., 2002, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU/ICIAGRO, 2002, v.1, p.29-32.

SILVA, A. M. da, COELHO, G., SILVA, R. A. da. Épocas de irrigação e parcelamento de adubação sobre a produtividade do cafeeiro, em quatro safras. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.3, p.314-319, 2005.

SILVA, M. de L. O., FARIA, M. A., MATTIOLI, W., ANDRADE, G. P. C. Comportamento da produtividade acumulada de seis anos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2005, Londrina, PR. **Anais...** Brasília – DF: Embrapa Café, 2005. 1CD-ROM.

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 BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1, 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA Café, 2000, v.2, p.852-855.

TEODORO, R. E. F., MELO, B. de, CARVALHO, H. de P., SANCHES, A. A., FERREIRA NETO, J. G., RUFINO, M. de A. Efeito da fertirrigação nos teores foliares de nitrogênio e potássio e na produtividade do cafeeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 7., 2005, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU/ICIAGRO, 2005, v.1, p.45-49.

## CAPITULO 3

# EFEITO DA ÉPOCA DE IRRIGAÇÃO E DE PARCELAMENTOS DE ADUBAÇÃO SOBRE DEFEITOS INTRÍNSECOS E ATRIBUTOS QUÍMICOS DOS GRÃOS DE CAFÉ ‘CATUAÍ’

## 1 RESUMO

COELHO, G. Épocas de irrigação e parcelamentos de adubação sobre defeitos intrínsecos e atributos químicos dos grãos de café ‘Catuai’. In: \_\_\_\_\_. **Épocas de irrigação, parcelamentos de adubação e custo de produção do cafeeiro ‘Catuai’ na região de Lavras - MG, 2005, Cap. 3, p. 74 a 95.** Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola – área de concentração Irrigação e Drenagem) Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG<sup>5</sup>.

Com o objetivo de avaliar o efeito de épocas de irrigação e de parcelamentos de adubação sobre defeitos intrínsecos e parâmetros químicos dos grãos de café ‘Catuai’ das safras 2002 a 2004, desenvolveu-se o presente trabalho. O experimento consistiu de 4 blocos, com 4 parcelas, as quais receberam parcelamentos de adubação (4, 12, 24 e 36 aplicações de fertilizantes). Cada parcela foi dividida em 5 subparcelas, as quais foram irrigadas em épocas diferentes (A irrigada entre 01/06 e 30/09, B irrigada entre 15/07 e 30/09, C irrigada de 01 a 30/09, estas fertirrigadas, D irrigada entre 01/06 e 30/09 com adubação manual e E não irrigada). Foram avaliados os defeitos grãos verdes, ardidos, pretos, chochos e mal granados e os atributos químicos: compostos fenólicos totais, acidez total titulável, açúcares redutores, não redutores e totais, atividade enzimática da polifenoloxidase e lixiviação de potássio. Concluiu-se que parcelamentos de adubação não promovem alterações significativas estatisticamente sobre as características estudadas. A irrigação entre 01/06 e 30/09 retarda a maturação dos frutos, conseqüentemente há um maior percentual de frutos verdes no café colhido, gerando um maior número de defeitos verdes, ardidos, pretos e chochos. Conseqüentemente há redução dos teores de açúcares e aumento da lixiviação de potássio, entretanto, não causando prejuízo à qualidade da bebida.

---

<sup>5</sup> Comitê Orientador: Antônio Marciano da Silva – DEG/UFLA, Fátima Conceição Rezende – DEG/UFLA.

## 2 ABSTRACT

COELHO, Gilberto Effect of irrigation timing and fertilizer splitting on 'Catuai' coffee beans intrinsic defects and chemical attributes. In: \_\_\_\_\_. **Irrigation timing, fertilizer splitting and 'Catuai' coffee tree production cost at Lavras-MG region, 2005**, CAP 3, p. 74 to 95. Dissertation (Doctorate in Agricultural Engineering - concentration area Irrigation and Draining) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil<sup>6</sup>.

This study was aimed at determining the effects of irrigation timing and fertilizer splitting on "Catuai" coffee beans intrinsic defects and chemical parameters through 2002 – 2004 harvests. An experimental design with 4 blocks having 4 treatments representing 4 different fertilizer splittings (4, 12, 24, and 36 applications) was used. Each parcel was divided in 5 subparcels which were irrigated at different periods (A irrigated from June through September with fertilization through irrigation, B irrigated from mid July trough September with fertilization through irrigation, C irrigated during September with fertilization through irrigation, D irrigated from June through September with manual fertilization, and E not irrigated). The intrinsic beans defects evaluated were: unripe, sour, black, floaters, and misshaped. Chemical parameters evaluated were: total phenolic composites, total acidity, sugars (total, reducing and not reducing), polyphenoloxidase enzymatic activity and potassium leaching. It was concluded that the different fertilizer splittings do not promote statistically significant effects on the studied characteristics. Irrigation from June to September causes maturation delays and, consequently, increases the percentage of unripe cherries harvested which increased the number of bean defects (unripe, sour, and black). Consequently there is a sugar content reduction and increased potassium lixiviation, however this did not harm the cup quality.

---

<sup>6</sup> Guidance Committee: Antônio Marciano da Silva – DEG/UFLA, Fátima Conceição Rezende – DEG/UFLA.

### 3 INTRODUÇÃO

Minas Gerais destaca-se no cenário da cafeicultura nacional pela amplitude de suas regiões produtoras e condições climáticas favoráveis ao cultivo do cafeeiro, com conseqüente produção de cafés de boa qualidade.

Segundo Carvalho & Chalfoun (1985), os fatores que mais se destacam, por afetarem diretamente o aroma e a bebida do café, são: presença de grãos verdes, temperaturas inadequadas de secagem e condições adversas de armazenamento, os quais podem levar à ocorrência de fermentação.

Apesar dos comprovados aumentos de produção com o uso da irrigação na região Sul de Minas, têm-se observado atraso e desuniformidade na maturação dos frutos (Clemente et al., 2002 e Martins et al., 2002), enquanto outras características, tais como o rendimento (litros de café em colhido por saca de café beneficiado), parecem não ser ou ser pouco influenciadas pela uso da irrigação.

Sorice (1999) observou que o parcelamento da fertirrigação em 24 aplicações, com as irrigações iniciadas em junho, proporcionou melhor qualidade de bebida, sendo esta classificada como café tipo fino (mole e apenas mole). O mesmo autor também observou que, quanto menor o número de defeitos, melhor a qualidade de bebida do café. Entretanto, tais afirmações foram feitas em cima dos resultados de apenas uma safra. Requerendo, portanto, estudos mais detalhados e por mais safras, para que se possam ter conclusões concretas.

Gomes et al. (2003) ressaltam que, apesar da existência de algumas diferenças estatísticas significativas, conclui-se, até o momento, que não foi possível identificar uma tendência do efeito do aumento das lâminas de irrigação sobre os parâmetros de qualidade física dos grãos de café.

Avaliando o efeito de diferentes lâminas de irrigação na qualidade do café produzido em Lavras, MG, Faria et al. (2002) observaram que, nas três primeiras safras (1998-2001), a classificação de peneiras apresentou uma maior porcentagem de grãos retidos na peneira 16 e acima desta nos tratamentos irrigados em relação ao não irrigado.

Constata-se neste referencial que, tanto a irrigação, como o parcelamento da adubação, são fatores que podem influenciar na qualidade do café. Dentro deste contexto, desenvolveu-se o presente trabalho objetivando avaliar o efeito de épocas de irrigação e de parcelamentos de adubação sobre os defeitos intrínsecos e sobre algumas variáveis químicas dos grãos do cafeeiro arábica cv. Catuaí.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 O experimento**

Os tratamentos utilizados neste trabalho e o manejo da irrigação foram os mesmos apresentados no Capítulo 2. As diferenças ficaram por conta do número de repetições. Foram avaliados os resultados das safras 2002, 2003 e 2004, considerando os parâmetros químicos dos grãos de café na safra 2002 foram utilizadas 4 repetições, já, nas safras 2003 e 2004, devido ao alto custo das análises laboratoriais, foram utilizadas 2 repetições. Quanto aos defeitos em todas as safras foram utilizadas 4 repetições.

### **4.2 Variáveis avaliadas**

#### **a) Defeitos intrínsecos**

A classificação por tipo foi feita segundo a tabela oficial brasileira de classificação do Instituto Brasileiro do Café (IBC, 1977), contando-se o número de defeitos que foram originados de imperfeições nos grãos que poderiam ser atribuídas à irrigação em uma amostra de 300 g de grãos de café. Dessa forma, avaliaram-se os defeitos verdes, ardidos, pretos, chochos e mal granados.

#### **b) Atributos químicos**

Os atributos químicos avaliadas no presente trabalho foram: compostos fenólicos totais (CFT), acidez total titulável (ATT), açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR) e açúcares totais (AT), nas três safras; atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO), nas safras 2002 e 2003 e lixiviação de potássio (LP), na safra 2004 e a qualidade da bebida pela prova de xícara. A determinação destes atributos químicos foi feita pelo Laboratório de Qualidade do Café da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG).

Os resultados obtidos dos defeitos intrínsecos e dos atributos químicos foram submetidos à análise de variância e a teste de comparação de médias pela metodologia de Scott-knott, ambos ao nível de 5% de probabilidade. Para tal, utilizou-se o software estatístico SISVAR v. 4.3.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Safra 2002**

#### **5.1.1 Defeitos intrínsecos dos grãos de café**

A Tabela 26 apresenta o resumo da análise de variância para o número de defeitos grãos verdes, ardidos, pretos, mal granados e chochos. É possível verificar que houve efeito estatisticamente significativo apenas de épocas de

irrigação sobre todos os defeitos estudados: grãos verdes, chochos e ardidos, ao nível de 1% de probabilidade e os grãos pretos e mal granados ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 26. Resumo da análise de variância, contendo a soma de quadrados dos defeitos intrínsecos (Safrá 2002). UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	Choco	Mal granado	Verde	Preto	Ardido
Blocos	3	7087,03 <sup>ns</sup>	784,18 <sup>ns</sup>	2303,81*	560,70 <sup>ns</sup>	2492,18 <sup>ns</sup>
Parcelamento de adubação	3	2789,33 <sup>ns</sup>	565,21 <sup>ns</sup>	765,57 <sup>ns</sup>	76,50 <sup>ns</sup>	1031,29 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	9	13573,47	1092,59	1574,55	919,80	2278,87
Épocas de irrigação	4	230200,01**	6530,41*	8953,40**	5564,93*	29495,40**
Resíduo 2	12	23684,10	4411,56	3174,95	3429,68	9285,55
Parcelamento x épocas	12	14918,54 <sup>ns</sup>	3674,30 <sup>ns</sup>	1181,31 <sup>ns</sup>	1726,88 <sup>ns</sup>	4821,26 <sup>ns</sup>
Resíduo 3	36	69631,81	10753,38	6837,96	5057,33	18257,48
Total	79	361884,28	27811,64	24791,56	17335,80	67662,03
CV 1 (%)		62,65	37,78	42,66	92,32	34,41
CV 2 (%)		71,67	65,74	52,46	154,39	60,16
CV 3 (%)		70,95	59,25	44,45	108,24	48,71

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente, \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade, \* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

O resultado do teste de comparação de médias, que avaliou o efeito de épocas de irrigação sobre o número de defeitos dos grãos de café, está apresentado na Tabela 27. É possível verificar que, em relação aos grãos verdes, os tratamentos “A”, “C” e “D” não diferiram estatisticamente, apresentando os maiores valores de defeitos originados deste tipo de grão, 39, 36 e 43 defeitos, respectivamente.

Com relação aos grãos pretos e ardidos, o tratamento “A” foi o que apresentou maior número de defeitos, 27 defeitos dos grãos pretos e 80 defeitos dos grãos ardidos. Como os grãos ardidos e pretos são estágios de deterioração

dos grãos verdes, o fato de o tratamento “A” ter apresentado maior quantidade de defeitos ardidos e pretos é atribuído ao estágio de maturação dos frutos. No momento da colheita, este tratamento apresentava uma porcentagem maior de frutos verdes que os demais tratamentos.

TABELA 27. Resultados do teste de comparação de médias para o efeito de épocas de irrigação sobre os defeitos intrínsecos (Safrá 2002). UFLA, Lavras, MG, 2005.

Épocas de irrigação	Chocho		Mal granado		Verde		Preto		Ardido	
A	156	c	29	b	39	b	27	B	80	b
B	84	b	33	b	15	a	11	A	38	a
C	40	a	43	c	36	b	8	A	46	a
D	24	a	26	b	43	b	6	A	47	a
E	5	a	15	a	23	a	4	A	21	a

Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente.

Com relação aos grãos mal granados e chochos, verifica-se que o tratamento A apresentou maior número de defeitos originados dos grãos chochos (156 defeitos) e o tratamento “C” o maior número de defeitos advindos dos grãos mal granados (43 defeitos).

O tratamento “A” apresentou maior número de grãos chochos, fato que pode estar associado à alta carga produtiva, mesmo não evidenciando deficiências nutricionais pela análise foliar, houve uma seca anormal dos frutos na planta tornando os grãos chochos ou à alta produtividade apresentada por este tratamento que, fez com que houvesse uma redução no tamanho dos grãos, consequentemente maior número de grãos chochos.

### 5.1.2 Atributos químicos dos grãos de café

A Tabela 28 apresenta o resumo da análise de variância, contendo a soma de quadrados dos parâmetros químicos dos grãos de café. Os dados desta Tabela permitem verificar que houve efeito estatisticamente significativo apenas de épocas de irrigação e sobre os valores de açúcares redutores e açúcares não redutores, ao nível de 1% de probabilidade.

O resultado do teste de comparação de médias para os parâmetros químicos está apresentado na Tabela 29. Verifica-se que em relação à variável açúcares redutores, o tratamento “A” irrigado entre 01/06 e 30/09 apresentou menor teor de açúcares redutores 0,30%, seguido do tratamento “C” (irrigado de 01 a 30/09), o qual apresentou teor de açúcares redutores igual a 0,45%. Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente.

TABELA 28. Resumo da análise de variância, contendo a soma de quadrados dos atributos químicos dos grãos de café (safra 2002). UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	CFT	ATT	AR	ANR	AT	PFO
Blocos	3	0,84 <sup>ns</sup>	391,35 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	5,96 <sup>ns</sup>
Parcelamento de adubação	3	2,04 <sup>ns</sup>	4521,35 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	5,13 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	9	2,28	4224,05	0,36	3,39	3,40	9,98 <sup>ns</sup>
Épocas de irrigação	4	2,34 <sup>ns</sup>	2541,18 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>**</sup>	6,90 <sup>**</sup>	10,52 <sup>ns</sup>	2,42 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	12	2,87	7231,03	0,41	3,49	3,74	13,23
Parcelamento x épocas	12	3,29 <sup>ns</sup>	7326,03 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	4,26 <sup>ns</sup>	6,70 <sup>ns</sup>	29,46 <sup>ns</sup>
Resíduo 3	36	15,94	23180,58	1,15	14,10	18,41	46,70
Total	79	29,59	49415,55	3,63	32,73	43,58	112,87
CV 1 (%)		7,32	9,03	40,58	8,47	7,58	1,67
CV 2 (%)		7,12	10,23	37,34	7,44	6,88	1,66
CV 3 (%)		9,68	10,58	36,02	8,63	8,82	1,80

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente, <sup>\*\*</sup> significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Com relação aos açúcares não redutores, os tratamentos “A” e “B”, irrigados entre 01/06 e 30/09 e de 15/07 a 30/09, não se diferiram estatisticamente, apresentando menores teores de açúcares não redutores (6,84% e 6,97%, respectivamente). Entretanto, se diferiram dos tratamentos “C”, “D” e “E”, que por sua vez, não se diferiram estatisticamente, apresentando teores de ANR iguais a 7,56%, 7,34% e 7,53%, respectivamente.

TABELA 29. Resultados do teste de comparação de médias para o efeito de épocas de irrigação sobre os atributos químicos dos grãos de café (safra 2002). UFLA, Lavras, MG, 2005.

Épocas de irrigação	AR (%)	ANR (%)
A	0,30 c	6,84 b
B	0,55 a	6,97 b
C	0,45 b	7,56 a
D	0,59 a	7,34 a
E	0,59 a	7,53 a

Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente.

Comparando-se os valores de CV, das médias dos defeitos (Tabela 26) com os das médias dos atributos químicos (Tabela 28), verifica-se que, mesmo havendo uma grande variabilidade nos números de defeitos, não ocorre o mesmo com os atributos químicos. Situação que ocorreu em todas as safras estudadas, como pode ser visto nos itens 5.2, 5.3. Este fato pode estar mostrando que, apesar da dependência que os atributos químicos têm dos defeitos, esta relação não é proporcional.

## 5.2 Safra 2003

### 5.2.1 Defeitos intrínsecos dos grãos de café

A Tabela 30 apresenta o resumo da análise de variância para o número de defeitos dos grãos verdes, ardidos, pretos, mal granados e chochos. É possível verificar que houve efeito estatisticamente significativo das épocas de irrigação sobre o número de defeitos dos grãos chochos, verdes e ardidos, todos ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 30. Resumo da análise de variância, contendo a soma de quadrados dos defeitos intrínsecos (safra 2003). UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	Chucho	Mal granado	Verde	Preto	Ardido
Blocos	3	575,92 <sup>ns</sup>	322,94 <sup>ns</sup>	849,99 <sup>ns</sup>	1135,58 <sup>ns</sup>	3033,68 <sup>ns</sup>
Parcelamento de adubação	3	679,03 <sup>ns</sup>	111,71 <sup>ns</sup>	1331,48 <sup>ns</sup>	1379,35 <sup>ns</sup>	25192,58 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	9	1824,14	764,84	4008,71	4087,52	49615,01
Épocas de irrigação	4	7067,22 <sup>**</sup>	472,53 <sup>ns</sup>	57002,47 <sup>**</sup>	6781,47 <sup>ns</sup>	94536,70 <sup>**</sup>
Resíduo 2	12	3056,98	2711,93	7467,31	7275,30	22097,05
Parcelamento x épocas	12	1089,28 <sup>ns</sup>	2139,25 <sup>ns</sup>	2565,64 <sup>ns</sup>	2899,09 <sup>ns</sup>	21261,63 <sup>ns</sup>
Resíduo 3	36	4110,37	3955,56	23719,37	17146,70	127057,93
Total	79	18402,95	10478,74	96944,98	40705,02	342794,58
CV 1 (%)		114,94	54,89	55,06	135,87	143,22
CV 2 (%)		128,86	89,50	65,08	156,98	82,77
CV 3 (%)		86,27	62,41	66,97	139,14	114,59

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente, <sup>\*\*</sup> significativo ao nível de 1% de probabilidade.

O resultado do teste de comparação de médias, que avaliou o efeito de épocas de irrigação sobre os defeitos dos grãos de café, encontra-se na Tabela 31. Verifica-se que, de forma semelhante à safra 2002, o tratamento “A”

(irrigado entre 01/06 e 30/09), novamente, foi o que causou maior número de defeitos gerados pelos grãos verdes (86 defeitos) e pelos grãos chochos (30 defeitos). Com relação aos grãos ardidos os tratamentos “A” e “B” não diferiram estatisticamente, tendo sido os que causaram maior número de defeitos (97 e 83 defeitos, respectivamente).

TABELA 31. Resultados do teste de comparação de médias para o efeito de épocas de irrigação sobre os defeitos intrínsecos (safras 2003). UFLA, Lavras, MG, 2005.

Épocas de irrigação	Chocho		Verde		Ardido	
A	30	b	86	c	98	c
B	14	a	48	b	83	c
C	5	a	16	a	19	a
D	9	a	27	a	51	b
E	4	a	15	a	9	a

Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente.

### 5.2.2 Atributos químicos dos grãos de café

A Tabela 32 apresenta o resumo da análise de variância, contendo a soma de quadrados dos atributos químicos dos grãos de café. Verifica-se que houve efeito estatisticamente significativo apenas de épocas de irrigação sobre as variáveis açúcares não redutores, ao nível de 5% de probabilidade e açúcares totais, ao nível de 1% de probabilidade.

O resultado do teste de comparação de médias para os atributos químicos encontra-se na Tabela 33. A observação da referida tabela, permite verificar que, com relação às variáveis açúcares não redutores e açúcares totais, o comportamento foi único, ou seja, os tratamentos “A” e “B” irrigados entre 01/06 e 30/09 e entre 15/07 e 30/09 não diferiram estatisticamente, entretanto, diferiram dos demais tratamentos. Os tratamentos “A” e “B” apresentaram

menores teores de açúcares não redutores (4,23% e 4,67%) e de açúcares totais (4,73% e 5,11%).

TABELA 32. Resumo da análise de variância, contendo a soma de quadrados dos atributos químicos dos grãos de café (safra 2003). UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	CFT	ATT	AR	ANR	AT	PFO
Blocos	1	0,58 <sup>ns</sup>	15,63 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>
Parcelamento de adubação	3	1,20 <sup>ns</sup>	3796,88 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>	8,04 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	3	0,82	296,88	0,02	0,12	0,36	2,50
Épocas de irrigação	4	1,24 <sup>ns</sup>	1000,00 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	16,33*	21,80**	28,00 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	4	1,32	1000,00	0,17	1,20	1,26	18,60
Parcelamento x épocas	12	4,54 <sup>ns</sup>	3625,00 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	7,25 <sup>ns</sup>	8,62 <sup>ns</sup>	19,55 <sup>ns</sup>
Resíduo 3	12	2,69	3375,00	0,13	4,60	5,44	18,79
Total	39	12,39	13109,38	0,84	30,64	38,77	96,87
CV 1 (%)		7,38	4,43	26,39	3,79	6,02	1,47
CV 2 (%)		8,10	7,05	63,79	10,51	9,70	3,48
CV 3 (%)		6,68	7,47	32,26	11,89	11,62	2,02

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente, \* significativo ao nível de 1% de probabilidade, \*\* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 33. Resultados do teste de comparação de médias para o efeito de épocas de irrigação sobre os açúcares não redutores e açúcares totais (Safra 2003). UFLA, Lavras, MG, 2005.

Épocas de irrigação	ANR (%)	AT (%)
A	4,23 b	4,73 b
B	4,67 b	5,11 b
C	5,57 a	6,22 a
D	5,67 a	6,31 a
E	5,89 a	6,61 a

Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente.

### 5.3 Safra 2004

#### 5.3.1 Defeitos intrínsecos dos grãos de café

O resumo da análise de variância dos defeitos gerados pelos grãos chochos, mal granados, verdes, pretos e ardidos encontra-se na Tabela 34. Verifica-se que houve apenas efeito estatisticamente significativo de épocas de irrigação sobre o número de defeitos dos grãos chochos (ao nível de 5% de probabilidade), dos grãos verdes, pretos e ardidos (ao nível de 1% de probabilidade).

TABELA 34. Resumo da análise de variância, contendo a soma de quadrados dos defeitos intrínsecos (Safra 2004). UFLA, Lavras – MG, 2005.

FV	GL	Choco	Mal granado	Verde	Preto	Ardido
Blocos	3	223,49 <sup>ns</sup>	667,32 <sup>*</sup>	382,80 <sup>ns</sup>	420,34 <sup>ns</sup>	1381,58 <sup>ns</sup>
Parcelamento de adubação	3	216,56 <sup>ns</sup>	373,81 <sup>ns</sup>	1074,82 <sup>ns</sup>	175,84 <sup>ns</sup>	593,90 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	9	456,15	466,58	1693,46	903,41	3807,03
Épocas de irrigação	4	888,83 <sup>*</sup>	264,87 <sup>ns</sup>	5821,17 <sup>**</sup>	1503,05 <sup>**</sup>	36556,79 <sup>**</sup>
Resíduo 2	12	722,90	540,35	464,99	514,35	8018,08
Parcelamento x épocas	12	679,60 <sup>ns</sup>	196,48 <sup>ns</sup>	1371,77 <sup>ns</sup>	382,35 <sup>ns</sup>	6317,63 <sup>ns</sup>
Resíduo 3	36	1214,23	1719,47	7616,45	2830,65	27832,19
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>4401,76</b>	<b>4228,88</b>	<b>18425,45</b>	<b>6729,99</b>	<b>84507,20</b>
CV 1 (%)		94,51	73,10	99,47	118,04	45,30
CV 2 (%)		103,04	68,13	45,14	77,14	56,94
CV 3 (%)		77,10	70,16	105,48	104,47	61,24

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente, <sup>\*</sup> significativo ao nível de 5% de probabilidade, <sup>\*\*</sup> significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Na Tabela 35 encontra-se o resultado do teste de comparação de médias para o efeito de épocas de irrigação sobre o número de defeitos gerados pelos grãos chochos, verdes, pretos e ardidos. Exatamente como ocorreu nas safras 2002 e 2003, na safra 2004 o tratamento irrigado entre 01/06 e 30/09 (A) foi o que apresentou maior número de defeitos em todos os parâmetros estudados. De maneira geral, os tratamentos “C” (irrigado de 01 a 30/09) e “E” (não irrigado) foram os que apresentaram menor número de defeitos.

TABELA 35. Resultados do teste de comparação de médias para o efeito de épocas de irrigação sobre os defeitos intrínsecos (Safra 2004).  
UFLA, Lavras – MG, 2005.

Épocas de irrigação	Chocho		Verde		Preto		Ardido	
A	13	b	28	d	16	b	76	c
B	8	a	19	c	10	a	60	b
C	5	a	4	a	5	a	254	a
D	8	a	11	b	8	a	47	b
E	3	a	7	a	4	a	19	a

Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente.

### 5.3.2 Atributos químicos dos grãos de café

Na Tabela 36 encontra-se o resumo da análise de variância, mostrando a soma de quadrados dos atributos químicos. Esta tabela permite constatar que não houve efeito estatisticamente significativo de parcelamentos de adubação sobre os parâmetros químicos estudados. Houve efeito estatisticamente significativo de épocas de irrigação sobre as variáveis açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais (ao nível de 1% de probabilidade) e lixiviação de potássio (ao nível de 5% de probabilidade).

A interação entre parcelamentos de adubação e épocas de irrigação propiciou efeitos estatisticamente significativos sobre as características açúcares

redutores (ao nível de 5% de probabilidade), açúcares não redutores e açúcares totais (ao nível de 1% de probabilidade).

TABELA 36. Resumo da análise de variância, contendo a soma de quadrados dos atributos químicos dos grãos de café (safra 2004). UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	CFT	ATT	AR	ANR	AT	LK
Blocos	1	0,01 <sup>ns</sup>	250,00 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	14,03 <sup>ns</sup>
Parcelamento de adubação	3	0,46 <sup>ns</sup>	335,00 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>	116,58 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	3	0,41	845,00	0,02	0,01	0,004	518,64
Épocas de irrigação	4	1,43 <sup>ns</sup>	3052,50 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>**</sup>	3,93 <sup>**</sup>	6,64 <sup>**</sup>	1511,31 <sup>*</sup>
Resíduo 2	4	1,01	2900,00	0,01	0,05	0,01	137,65
Parcelamento x épocas	12	1,82 <sup>ns</sup>	5427,50 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>*</sup>	0,92 <sup>**</sup>	0,13 <sup>**</sup>	744,32 <sup>ns</sup>
Resíduo 3	12	1,60	5480,00	0,18	0,15	0,01	1052,46
Total	39	6,75	18290,00	1,41	5,09	6,79	4094,98
CV 1 (%)		5,85	7,13	14,82	0,93	0,53	21,56
CV 2 (%)		7,98	11,43	9,73	2,04	0,63	9,62
CV 3 (%)		5,80	9,07	21,78	1,96	0,48	15,35

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente, <sup>\*\*</sup> significativo ao nível de 1% de probabilidade, <sup>\*</sup> significativo ao nível de 5% de probabilidade.

O resultado do teste de comparação de médias encontra-se na Tabela 37. Verifica-se que, para as características açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares totais, o tratamento “A” foi o que apresentou menores teores (0,36%, 5,07% e 5,70%, respectivamente) e, com relação ao parâmetro lixiviação de potássio o tratamento “A” foi o que apresentou maiores valores (71,21 ppm).

TABELA 37. Resultados do teste de comparação de médias para o efeito de épocas de irrigação sobre os atributos químicos dos grãos de café (safra 2004). UFLA, Lavras, MG, 2005.

Épocas de irrigação	AR (%)	ANR (%)	AT (%)	LK (ppm)
A	0,36 c	5,07 b	5,70 b	71,21 b
B	0,61 a	5,68 a	6,54 a	63,58 a
C	0,71 a	5,63 a	6,63 a	60,53 a
D	0,54 b	6,01 a	6,87 a	55,68 a
E	0,58 b	5,81 a	6,70 a	53,96 a

Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente.

Houve efeito significativo da interação entre épocas de irrigação e parcelamentos de adubação sobre açúcares redutores, não redutores e totais. Em virtude desta constatação, fez-se uma análise de variância do desdobramento de parcelamentos de adubação dentro de cada nível de épocas de irrigação, cujo resumo da análise é apresentado na Tabela 38.

TABELA 38. Resumo da análise de variância, para o desdobramento de parcelamentos de adubação dentro de épocas de irrigação, contendo a soma de quadrados dos atributos químicos dos grãos de café (safra 2004). UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	AR	ANR	AT
Parcelas dentro de A	3	0,009 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,055 <sup>**</sup>
Parcelas dentro de B	3	0,171 <sup>*</sup>	0,30 <sup>**</sup>	0,010 <sup>ns</sup>
Parcelas dentro de C	3	0,078 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,020 <sup>**</sup>
Parcelas dentro de D	3	0,142 <sup>*</sup>	0,30 <sup>**</sup>	0,045 <sup>**</sup>
Parcelas dentro de E	3	0,234 <sup>**</sup>	0,19 <sup>**</sup>	0,003 <sup>ns</sup>
Resíduo	15	0,013	0,13	0,015

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente, <sup>\*\*</sup> significativo ao nível de 1% de probabilidade, <sup>\*</sup> significativo ao nível de 5% de probabilidade.

É possível identificar que houve efeito significativo de parcelamentos de adubação dentro da época de irrigação “A” para açúcares totais, dentro da época de irrigação “B” para açúcares redutores e não redutores, dentro da época de irrigação “C” para açúcares totais, dentro da época de irrigação “D” para os três açúcares e dentro do tratamento “E” para açúcares redutores e não redutores.

Na Tabela 39 encontram-se os resultados do teste de comparação de médias da variável, açúcares redutores, para o desdobramento de parcelamentos de adubação, dentro das épocas de irrigação “B”, “D” e dentro do tratamento não irrigado (E).

TABELA 39. Resultados do teste de comparação de médias para o desdobramento de parcelamentos de adubação dentro de épocas de irrigação para os açúcares redutores (%) (safra 2004). UFLA, Lavras, MG, 2005.

<b>Parcelamento de adubação</b>	<b>B</b>		<b>D</b>		<b>E</b>	
4x	0,57	b	0,70	a	0,84	a
12x	0,47	b	0,63	a	0,65	a
24x	0,56	b	0,49	b	0,46	b
36x	0,86	a	0,36	b	0,40	b

Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente.

Considerando-se a época de irrigação “B”, nota-se que o parcelamento da adubação em 36 aplicações propiciou maior teor de açúcares redutores (0,86%). Os demais parcelamentos não diferiram estatisticamente. Considerando-se os tratamentos “D” e “E”, o parcelamento da adubação em 24 e em 36 aplicações proporcionou menores teores de açúcares redutores.

Na Tabela 40 encontra-se os resultados do teste de comparação de médias dos açúcares não redutores para o desdobramento de parcelamentos de adubação, dentro das épocas de irrigação “B”, “D” e “E”. Considerando-se a época de irrigação “B”, nota-se que o parcelamento da adubação em 36

aplicações propiciou menor teor de açúcares não redutores (5,39%). Os demais parcelamentos não diferiram estatisticamente. Considerando-se os tratamentos “D” e “E”, o parcelamento da adubação em 24 e em 36 aplicações proporcionou maiores teores de açúcares não redutores. Ocorrendo, dessa forma, exatamente o contrário do que ocorreu com os açúcares redutores.

TABELA 40. Resultados do teste de comparação de médias para o desdobramento de parcelamentos de adubação dentro de épocas de irrigação para os açúcares não redutores (%) (safra 2004). UFLA, Lavras, MG, 2005.

<b>Parcelamento de adubação</b>	<b>B</b>		<b>D</b>		<b>E</b>	
4x	5,92	a	5,76	b	5,58	b
12x	5,78	a	5,92	b	5,76	b
24x	5,64	a	6,11	a	5,94	a
36x	5,39	b	6,27	a	5,96	a

Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente.

Na Tabela 41 encontra-se os resultados do teste de comparação de médias dos açúcares totais para o desdobramento de parcelamentos de adubação dentro das épocas de irrigação “A”, “B” e “D”. Considerando-se a época de irrigação “A”, nota-se que o parcelamento da adubação em 36 aplicações propiciou menor teor de açúcares totais (5,61%). Considerando-se as épocas de irrigação “B” e “D”, o parcelamento da adubação em 24 e em 36 aplicações proporcionou maiores teores de açúcares totais.

O fato do aumento do número de aplicações de adubação elevar os teores de açúcares não redutores e totais, independente de épocas de irrigação, deve ser considerado com reservas sobre conclusões, pois, tal efeito foi identificado apenas na safra 2004.

TABELA 41. Resultados do teste de comparação de médias para o desdobramento de parcelamentos de adubação dentro de épocas de irrigação para os açúcares totais (%) (safra 2004). UFLA, Lavras, MG, 2005.

<b>Parcelamento de adubação</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>D</b>	
4x	5,83	a	6,57	b	6,76	c
12x	5,71	b	6,61	b	6,86	b
24x	5,66	b	6,65	a	6,91	a
36x	5,61	c	6,70	a	6,96	a

Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente.

Analisando-se o conjunto dos resultados das análises de qualidade dos grãos de café observa-se que a irrigação feita entre 01/06 e 30/09, apesar de ter propiciado incrementos significativos de produtividade, também propiciou um acréscimo de defeitos e, principalmente, os defeitos originados de grãos verdes, ardidos e pretos, pois, estes são prejudiciais no que diz respeito à qualidade da bebida produzida (Prete, 1992; Carvalho & Chalfoun, 1985). Este aumento de defeitos é atribuído à falta de uniformidade de maturação (Clemente et al. 2002 e Martins et al. 2002).

A cultivar Catuaí, por si só, já é caracterizada por apresentar maturação tardia e a irrigação entre 01/06 e 30/09 acentuou ainda mais esta característica. Como a colheita de todos os tratamentos foi realizada simultaneamente, o tratamento irrigado entre 01/06 e 30/09 foi colhido com uma porcentagem de grãos verdes, maior que a dos demais tratamentos.

O aumento de grãos verdes, ardidos e pretos propicia reduções nos teores de açúcares não redutores e açúcares totais e, conseqüentemente, redução da qualidade da bebida (Pereira, 1997 e Abreu et al., 1996). Entretanto, mesmo a época de irrigação “A” apresentando aumento no número dos defeitos oriundos de grãos verdes, ardidos e pretos e conseqüente redução dos teores de açúcar e aumento da lixiviação de potássio, não houve piora na qualidade da bebida que

apresentou-se, na pior circunstância, como dura (Tabela 42). O fato da irrigação não promover alterações que denegrissem a qualidade da bebida dos grãos de café também foi observado por Silva et al. (2005) e por Vilella & Faria (2002).

TABELA 42. Classificação da bebida dos grãos de café em função das épocas de irrigação. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Safras		
	2002	2003	2004
A	APENAS MOLE	DURA	DURA
B	MOLE	DURA	DURA
C	MOLE	DURA	DURA
D	MOLE	DURA	DURA
E	MOLE	DURA	DURA

## 6 CONCLUSÕES

- a. A forma de aplicar os fertilizantes não afetou a qualidade do café;
- b. A irrigação influenciou nos teores de açúcares redutores, não redutores e totais e na lixiviação de potássio, entretanto, não piorou a qualidade da bebida, comparativamente ao tratamento não irrigado.
- c. A irrigação concorreu para acentuar o retardamento da maturação, que nas condições adotadas de colheita propiciou a incidência de um maior número de grãos verdes, que concorreu para o aparecimento de muitos dos defeitos identificados.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. M. A.; CARVALHO, V. D.; BOTREL, N. Efeito de níveis de adição de defeito “verde” na composição química de cafés classificados como bebida “estritamente mole”. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.31, n.6, p.456-461, jun. 1996.

CARVALHO, V. D., CHALFOUN, S. M. Aspectos qualitativos do café. *Informe Agropecuário*, Belo horizonte, v.11, n. 126, p.79-92, 1985.

CLEMENTE, F. M. V. T., FARIA, M. A. de, GUIMARÃES, R.J. Produtividade, Rendimento, maturação e tamanho do grão do cafeeiro (*Coffea arabica* L. CV TOPÁZIO MG1190), sob diferentes épocas de irrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., Araguari, MG. 2002. *Anais...* Uberlândia:UFU, 2002. p.33-36,

FARIA, M. A. de, SILVA, M. L. O. e, SILVA, A. L. da., COSTA, H. de S. C., GARCIA, P. R., GUIMARÃES, P. T. G., SILVA, E. L.da. Qualidade do café produzido pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., 2002, Araguari. *Anais...* Uberlândia: ICIAG/UFU, 2002. p.138-143.

GOMES, N. M., VILELA, L. A. A., MARTINS, C. de P. Avaliação dos parâmetros de qualidade física do cafeeiro (*coffea arabica* l.) irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., Goiânia, 2003. *Anais...* Jaboticabal: SBEA, 2003, 1CD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. *Cultura de café no Brasil*: manual de recomendações. 2. ed. Rio de Janeiro: IBC, 1977. 36p.

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

**PEREIRA, R. G. F. A. Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) “estritamente mole”.** Lavras: UFLA, 1997. 96 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

**PRETE, C. E. C. Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida.** 1992. 125p. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

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

**SORICE, L. S. D. Irrigação e fertirrigação de cafeeiros em produção.** 1999. 59p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

**VILELLA, W. M da C., FARIA, M. A. De. Qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) produzidos sob diferentes Lâminas de irrigação parcelamentos de adubação. Irriga, Botucatu, v. 7, n. 3, 2002, p.168-175.**

## CAPÍTULO 4

### CUSTO DE PRODUÇÃO DO CAFEEIRO ‘CATUAÍ’ IRRIGADO E FERTIRRIGADO (SAFRAS 2002 A 2005)

#### 1 RESUMO

COELHO, G. Custo de produção do cafeeiro ‘Catuaí’ irrigado e fertirrigado (safras 2002 a 2005). In:\_\_\_\_. **Épocas de irrigação, parcelamentos de adubação e custo de produção do cafeeiro ‘Catuaí’ na região de Lavras - MG, 2005, Cap. 4, p. 96 a 107.** Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola – área de concentração Irrigação e Drenagem) Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG<sup>7</sup>.

Com o objetivo de avaliar o custo de produção do cafeeiro ‘Catuaí’ irrigado e fertirrigado, desenvolveu-se o presente trabalho. O experimento consistiu de 4 blocos, com 4 parcelas, as quais receberam parcelamentos de adubação (4, 12, 24 e 36 aplicações de fertilizantes). Cada parcela foi dividida em 5 subparcelas as quais foram irrigadas em épocas diferentes (A irrigada entre 01/06 e 30/09, B irrigada entre 15/07 e 30/09, C irrigada de 01 a 30/09 estas fertirrigadas, D irrigada entre 01/06 e 30/09 com adubação manual e E não irrigada). Foram avaliados os custos de produção das safras 2002 a 2005. A irrigação entre 01/06 e 30/09 com aplicação manual de fertilizante e uso de fertilizantes convencionais proporcionou menor custo de produção por saca em duas das três safras em que ocorreram diferenças significativas, sendo estes custos inferiores ao valor pago por saca de 60 kg de café beneficiado. A utilização de fontes de nutrientes apropriadas à fertirrigação deve ser vista com critério, pois, estas fontes podem representar valores acima de 60% do custo de produção. A irrigação somada à fertirrigação representou de 5% a 12% do custo de produção.

---

<sup>7</sup> Orientador: Antônio Marciano da Silva – DEG/UFLA, Fátima Conceição Rezende – DEG/UFLA.

## 2 ABSTRACT

COELHO, Gilberto Costs of production of the coffee tree 'Catuai' irrigated and fertigated (harvests 2002 to 2005). In: \_\_\_\_\_. **Irrigation timing, fertilizer splitting and 'Catuai' coffee tree production cost at Lavras-MG region, 2005**, CAP 4, p. 96 to 107. Dissertation (Doctorate in Agricultural Engineering - concentration area Irrigation and Draining) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil<sup>8</sup>.

This study was aimed at evaluating the production cost of irrigated and fertigated "Catuai" coffee. The experiment consisted of 4 blocks, with 4 parcels with different fertilizer splittings (4, 12, 24 and 36 fertilizer applications). Each parcel was divided in 5 subparcels which were irrigated at different periods (A irrigated from June through September with fertilization through irrigation, B irrigated from mid July through September with fertilization through irrigation, C irrigated during September with fertilization through irrigation, D irrigated from June through September with manual fertilization, and E not irrigated). Coffee production costs were evaluated from the 2002 to the 2005 harvest. In 2 of the 3 harvests showing significant differences, irrigation from June through September with manual fertilization and conventional fertilizers provided the lowest production cost per bag, and these costs were lower than the value paid per 60 kg bag of processed coffee. The use of non conventional forms of nutrients for fertigation must be evaluated with caution because these forms may represent more than 60% of the production cost. Irrigation and fertigation costs added up to 5 to 12% of the production cost.

---

<sup>8</sup> Guidance Committee: Antônio Marciano da Silva – DEG/UFLA, Fátima Conceição Rezende – DEG/UFLA.

### 3 INTRODUÇÃO

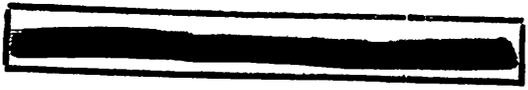
A cafeicultura é uma atividade de elevada relevância socioeconômica no desenvolvimento do Brasil. Tratando-se de um empreendimento agrícola pioneiro na formação econômica das regiões mais dinâmicas do país, pois, sua industrialização no Centro-Sul foi construída sob o alicerce de uma cafeicultura forte, competitiva internacionalmente e geradora de riquezas (Reis et al., 2001).

A cafeicultura irrigada é uma atividade agrícola de muito prestígio, em razão, principalmente, de sua rentabilidade. Muitas vantagens têm sido atribuídas à utilização da irrigação na produção de café, tais como a criação de um ambiente mais favorável à produção e ao desenvolvimento do cafeeiro. A utilização da irrigação em escala comercial na cafeicultura é um fato recente, sendo necessário pesquisar, analisar e reavaliar várias técnicas utilizadas nos sistemas de produção que não fazem uso dessa prática (Mendonça, 2001).

Para o cafeicultor, a irrigação é uma prática que, além de incrementar a produtividade, pode proporcionar a obtenção de um produto diferenciado, de melhor qualidade e com perspectiva de bons preços no mercado. Por se tratar de uma prática relativamente nova na cafeicultura, a perspectiva promissora da adoção da irrigação deve ser estudada e analisada de forma detalhada, no que diz respeito ao planejamento, dimensionamento, manejo e desenvolvimento da cultura (Souza, 2001).

Determinar a viabilidade de um empreendimento que se inicia é fundamental para o seu sucesso. A irrigação é uma tecnologia que requer investimentos significativos e está associada à utilização intensiva de insumos, tornando importante a análise econômica dos componentes envolvidos no sistema.

A irrigação por gotejamento é um sistema fixo, cujo custo elevado limita seu uso para culturas nobres, com alta capacidade de retorno. Além disso, exige



alto investimento em obras e aquisição de equipamentos para captação, condução, controle e distribuição da água, devendo ser considerados gastos com energia e mão-de-obra para operação e manejo do sistema, que representam importantes custos adicionais à produção.

O custo da irrigação pode ser previsto por meio de uma avaliação econômica, na qual se estimam todos os dispêndios e retornos anuais esperados no projeto agrícola. O resultado dessa avaliação econômica indicará se é interessante ou não a implantação de um sistema de irrigação.

Neste trabalho avaliou-se o custo de produção do cafeeiro 'Catuai' submetido a diferentes épocas de irrigação e a parcelamentos de adubação.

#### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

Para o cálculo do custo de produção, foram considerados os seguintes custos de uma lavoura cafeeira: custos de formação, de condução da lavoura, de colheita e os custos relacionados à irrigação. Os coeficientes técnicos usados na elaboração deste trabalho são apresentados na Tabela 43. Os custos dos insumos foram obtidos mediante pesquisa ao Índice de Preços ao Consumidor (IPC) feito pelo Departamento de Administração e Economia (DAE) da Universidade Federal de Lavras.

A estimativa dos custos, de manutenção e de mão-de-obra relacionados à irrigação baseou-se no valor médio proposto por Mendonça (2001).

Custos, como aquisição da propriedade, secagem, beneficiamento e infra-estrutura, não foram considerados em virtude de variarem muito em função da região e do nível tecnológico de cada produtor. A remuneração do produtor também não foi considerada.

TABELA 43. Coeficientes técnicos e econômicos do custo de produção de lavouras cafeeiras. UFLA, Lavras, MG, 2005.

<b>Especificação</b>	<b>Unid.</b>	<b>Especificação</b>	<b>Unid.</b>
Análise de Solo	U	3ª foliar	
Esparrama de cisco	DH	- Zinco (1,0 Kg)	kg
Conservação de Solo	HM	- Boro (0,4 Kg)	kg
Calcário	T	- Uréia (1,0 Kg)	kg
Aplicação do calcário	HM	- Cobre (4,0 Kg)	kg
1ª capina	HM	- Thiodan (2,0 l)	L
2ª capina	HM	Aplicação	HM
3ª capina	HM	4ª foliar	
4ª capina	HM	- Zinco (1,0 Kg)	kg
1ª foliar		- Boro (0,4 Kg)	kg
- Zinco (0,6 Kg)	Kg	- Uréia (1,0 Kg)	kg
- Boro (0,3 Kg)	Kg	- Cobre (4,0 Kg)	kg
- Uréia (1,0 Kg)	Kg	- Thiodan (2,0 l)	l
Aplicação	HM	Aplicação	HM
		Bicho-mineiro –	
2ª foliar		1ª aplicação	HM
- Zinco (0,6 Kg)	Kg	- Ethion (2,0 l)	L
- Boro (0,3 Kg)	Kg	- 2ª aplicação	HM
- Uréia (1,0 Kg)	Kg	- Ethion (2,0 l)	L
- Cobre (4,0 Kg)	Kg	Arruação	HM
Aplicação	HM	Varrição	DH

Fonte: Guimarães et al. (1989)

O conjunto motobomba utilizado no experimento era de 2 cv de potência, sendo o mesmo suficiente para irrigar 1 hectare de café, valor próximo àquele sugerido por Mendonça (2001). O custo com energia (CE) foi calculado conforme a Equação 4.

$$CE = V_{kwh} * T * \frac{736 * Pot}{1000 * \eta} \quad (4)$$

em que:

$V_{kwh}$  = valor do kwh, R\$;

T = tempo total de funcionamento do sistema de irrigação, h;

Pot = potência do conjunto motobomba, cv;

$\eta$  = rendimento do conjunto motobomba, decimal.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 44 encontra-se o resumo da análise de variância do custo de produção por saca de 60 kg de café beneficiado das safras 2002 a 2005. Constatou-se que houve efeito estatisticamente significativo de épocas de irrigação sobre o custo de produção nas safras 2002, 2004 e 2005, em todas as situações, a um nível de probabilidade menor que 1%. Parcelamentos de adubação e a interação entre parcelamentos de adubação e épocas de irrigação não promoveram mudanças estatisticamente significativas sobre o custo de produção.

Os resultados do teste de comparação de médias do custo de produção encontram-se na Tabela 45. Analisando-se o custo de produção da safra 2002, percebe-se que os tratamentos irrigados entre 01/06 e 30/09 com adubação manual (D), irrigado entre 01/06 e 30/09 com adubação via água de irrigação (A) e o tratamento não irrigado (E) não se diferiram estatisticamente apresentando os menores custos de produção. Entretanto, diferiram dos demais tratamentos.

TABELA 44. Resumo da análise de variância, contendo a soma de quadrados do custo de produção por saca de 60 kg de café beneficiado das safras 2002, 2003, 2004 e 2005. UFLA, Lavras – MG, 2005.

FV	GL	2002	2003	2004	2005
Blocos	3	652376,72 <sup>ns</sup>	1105690,85 <sup>ns</sup>	4195678,84 <sup>ns</sup>	145002,46 <sup>ns</sup>
Parcelamentos de Adubação	3	337769,68 <sup>ns</sup>	1188859,23 <sup>ns</sup>	2025159,74 <sup>ns</sup>	25875,32 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	9	1351845,08	2211574,83	13266572,46	323378,69
Épocas de Irrigação	4	3365667,42 <sup>**</sup>	3336707,36 <sup>ns</sup>	33322998,63 <sup>**</sup>	934589,07 <sup>**</sup>
Resíduo 2	12	1158290,23	4243908,00	12807929,33	441159,98
Parcelamento x épocas	12	648232,42 <sup>ns</sup>	4383994,48 <sup>ns</sup>	8151189,26 <sup>ns</sup>	238268,86 <sup>ns</sup>
Resíduo 3	36	3005349,13	10430751,01	58242845,60	955177,71
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>10519530,69</b>	<b>26901485,77</b>	<b>132012373,86</b>	<b>3063452,10</b>
CV 1 (%)		118,02	190,42	213,20	86,81
CV 2 (%)		94,61	228,44	181,42	87,81
CV 3 (%)		87,98	206,77	223,36	74,60

<sup>ns</sup> não significativo estatisticamente, <sup>\*\*</sup> significativo ao nível de 1% de probabilidade, <sup>\*</sup> significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Analisando-se somente os custos de produção das épocas de irrigação “A” e “D” na safra 2002, verifica-se que o custo de produção por saca, registrado pela época de irrigação “A”, foi 124,25% superior ao da época de irrigação “D”, mesmo sendo a produção de “A” consideravelmente superior à produção de “D” (Tabela 5). Vale a pena ressaltar que a única diferença entre estes tratamentos é a adubação.

A irrigação por si só não onerou o custo de produção participando com valores variando de 5% a 6% nas épocas de irrigação “A”, “B” e “C” e de 10% a 16% do custo de produção da época de irrigação “D” (Figura 19). Esta diferença de representatividade se deve aos custos de produção, que nas épocas de irrigação “A”, “B” e “C”, foram consideravelmente maiores que na época de irrigação “D”.

A época de irrigação “A” foi adubada via água de irrigação com adubos apropriados para esta finalidade. Estes adubos elevaram consideravelmente o custo de produção (Figura 20). Identificou-se que a adubação foi responsável por valores próximos de 70% do custo de produção da época de irrigação “A” e de 30% da época de irrigação “D”.

TABELA 45. Resultados do teste de comparação de médias para o efeito de épocas de irrigação no custo de produção das safras 2002, 2004 e 2005. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Épocas de irrigação	2002 (R\$ sc <sup>-1</sup> )	Custo Relativo (%)	2004 (R\$ sc <sup>-1</sup> )	Custo Relativo (%)	2005 (R\$ sc <sup>-1</sup> )	Custo Relativo (%)
A	244,61 b	224,25	326,96 b	266,63	416,34 a	282,04
B	455,23 a	417,34	326,75 b	266,46	232,73 b	157,66
C	665,14 a	609,78	1851,25 a	1509,68	192,12 b	130,15
D	109,08 b	100,00	122,63 b	100,00	147,62 b	100,00
E	167,94 b	153,96	219,71 b	179,17	102,96 b	69,75

Valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente.

Na safra 2004, as épocas de irrigação “A”, “B”, “D” e “E” não se diferenciaram estatisticamente, apresentando, dessa forma, menores valores de custo de produção.

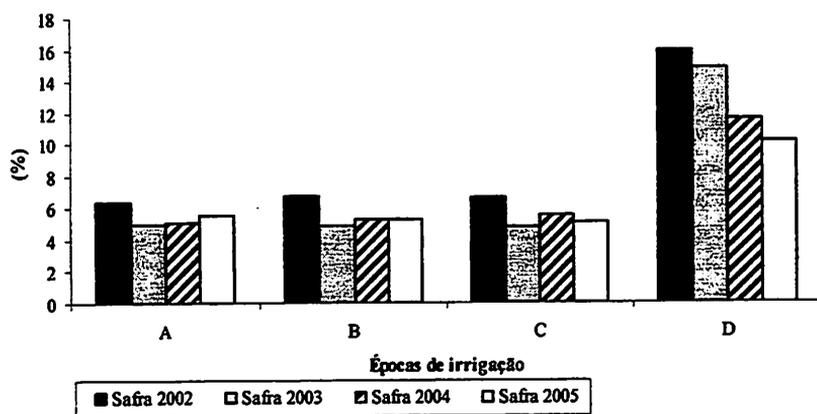


FIGURA 19. Participação da irrigação no custo de produção (%), safras 2002 a 2005. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tanto na safra 2002 quanto na 2004, a época de irrigação “C” propiciou custos de produção muito elevados, os quais, inevitavelmente, conduziram à prejuízos ao produtor. Este alto custo de produção se deve, primeiramente, à baixa produtividade apresentada por este tratamento nas safras em questão e ou devido ao já mencionado custo da adubação das épocas de irrigação “A”, “B” e “C” (Figura 20).

Analisando-se os custos de produção das épocas de irrigação “A” e “D” na safra 2004, verifica-se um comportamento idêntico ao ocorrido na safra 2002, ou seja, mesmo a produção de “A” sendo maior que a de “D”, o custo de produção de “D”, foi menor que o de “A”, fato que é atribuído ao custo dos adubos.

Com relação aos custos de produção por saca de 60 kg de café beneficiado da safra 2005, as épocas de irrigação “B”, “C”, “D” e o tratamento não irrigado “E” não diferiram estatisticamente e apresentaram custos de produção por saca menores que a época de irrigação “A”.

A época de irrigação “D” (irrigada a partir de 1° de junho e adubada manualmente com adubos convencionais) proporcionou, em todas as safras estudadas, custos de produção menores que os custos de produção da época de irrigação “A”, cuja única diferença é a adubação, a qual, neste tratamento foi feita via água de irrigação com adubos formulados próprios para esta finalidade. Estes produtos oneram consideravelmente o custo de produção, chegando a participar com valores variando de 65% a 80% do custo de produção das épocas de irrigação “A”, “B” e “C”, enquanto as fontes convencionais participam apenas com valores variando de 25% a 30% do custo de produção (Figura 20).

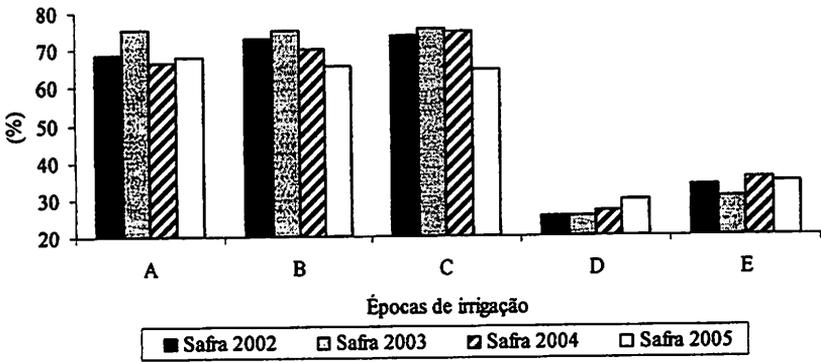


FIGURA 20. Participação do adubo no custo de produção (%), safras 2002 a 2005. UFLA, Lavras, MG, 2005.

A média de produtividade da época de irrigação “A” no período que compreende as safras 2002 a 2005 foi pouco superior à media de produtividade da época de irrigação “D” (Tabela 18). Todavia, a diferença no custo de produção por saca de 60 de café beneficiado foi significativa, devido, principalmente, à adubação. Entretanto, o custo de aplicação dos adubos

manualmente é consideravelmente maior que o custo de aplicação via água de irrigação (Tabela 46).

TABELA 46. Valor gasto (R\$ ha<sup>-1</sup>) para fazer aplicação de fertilizantes, conforme forma de aplicação e número de aplicações. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Forma de aplicação	Número de aplicações	Safras			
		2002	2003	2004	2005
Custo da adubação (R\$ ha <sup>-1</sup> )					
Fertirrigações	4 x	4,56	3,05	3,56	4,63
	12 x	8,17	6,28	7,34	9,55
	24 x	11,28	10,20	11,93	15,52
	36 x	11,94	10,98	12,84	16,71
Aplicação manual	4 x	32,00	32,00	40,00	40,00
	12 x	96,00	96,00	120,00	120,00
	24 x	192,00	192,00	240,00	240,00
	36 x	288,00	288,00	360,00	360,00

## 6 CONCLUSÕES

- a. A irrigação entre 01/06 e 30/09 com aplicação manual de fertilizante e uso de fertilizantes convencionais proporcionou menor custo de produção por saca em duas das três safras estudadas.
- b. A utilização de fontes de nutrientes próprias para fertirrigação deve ser vista com critério, pois, estas fontes podem representar valores acima de 60% do custo de produção, sugerindo a utilização de outras fontes de fertilizantes para a realização das fertirrigações
- c. A irrigação somada à fertirrigação representou de 5% a 12% do custo de produção.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUIMARÃES, P. T. G.; BÁRTHOLO, G. F.; MELLES, C. C. A.; ALVARENGA, M. P. O acompanhamento de lavouras de café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 162, p. 12-25, 1989.

MENDONÇA, F. C. Evolução dos custos e avaliação econômica de sistemas de irrigação usados na cafeicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 3., 2000, Araguari. **Palestras...** Uberlândia: UFU/DEAGRO, 2001. v. 1, p. 45-78.

REIS, R.P.; REIS, A.J.; FONTES, R.L.; TAKAKI, E.R.; CASTRO JUNIOR, L.G. de. Custos de produção da cafeicultura no Sul de Minas Gerais. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, Lavras, v.3, n.1, 2001. p. 37-44.

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

