



# Viabilidade técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro<sup>1</sup>



Adriana L. da Silva<sup>2</sup>, Manoel A. de Faria<sup>3</sup> & Ricardo P. Reis<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada à UFLA

<sup>2</sup> DEG/UFLA. Rua Dr. Alvim 893, São Dimas, CEP 13416-160, Piracicaba, SP. Fone: (19) 3433-7092. E-mail: [alsilva@esalq.usp.br](mailto:alsilva@esalq.usp.br) (Foto)

<sup>3</sup> DEG/UFLA. Av. Duque da Rocha 350, Jardim América, CEP 37200-000, Lavras, MG. Fone: (35) 3829-1390. E-mail: [maffaria@ufla.br](mailto:maffaria@ufla.br)

<sup>4</sup> DAE/UFLA. CP 37, CEP 37200-000, Lavras, MG. Fone: (35) 3829-1770. E-mail: [ricpreis@ufla.br](mailto:ricpreis@ufla.br)

Protocolo 22 - 25/2/2002 - Aprovado em 18/2/2003

**Resumo:** O objetivo geral do presente trabalho foi o estudo técnico e econômico do uso do sistema de irrigação por gotejamento, na cultura do café na região de Lavras, MG. Os dados analisados foram provenientes de um experimento usando-se a cultivar "Acaia Cerrado" (MG 1474) implantada num espaçamento de 3,0 x 0,6 m. O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, em que os tratamentos de parcela correspondem a 5 lâminas de água ( $L_0$  - sem irrigação,  $L_1$  - 100%,  $L_2$  - 80%,  $L_3$  - 60% e  $L_4$  - 40% da Evaporação do Tanque Classe A - ECA) e o tratamento de subparcela, a 3 parcelamentos de N e K (3, 6 e 9 vezes) na época tradicional de aplicação de outubro a março dos anos avaliados (1998, 1999, 2000 e 2001). Para realização da análise econômica, utilizaram-se os dados de produção das três primeiras safras acumuladas, 1998/1999, 1999/2000 e 2000/2001. A análise dos custos da lavoura irrigada foi baseada na teoria dos custos de produção e, considerando-se a metodologia aplicada, conclui-se que as despesas com os recursos variáveis foram as que mais oneraram o custo final do café em todos os tratamentos de irrigação. Os itens que mais afetaram os custos de produção foram máquinas e implementos, no caso dos recursos fixos, e os gastos com insumos, no caso dos recursos variáveis. Houve boa eficiência técnica, uma vez que a produtividade média dos tratamentos foi de 54 sacas  $ha^{-1}$ , sendo que a lâmina com 100% de reposição ECA, apresentou uma produtividade média de 68 sacas  $ha^{-1}$ . Também, na situação econômica analisada, considerou-se o preço da saca de café a R\$120,00 sendo, nestas condições, recomendável adotar-se o tratamento com reposição de 100% de ECA.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica* L., irrigação, análise econômica

## Technical and economical viability of use of drip irrigation system in coffee

**Abstract:** Technical and economical evaluation of drip irrigation application in a coffee field located at Lavras - MG was the objective of this study. Data from an experiment carried out with the "Acaia Cerrado" (MG 1474) cultivar, growing in a 3.0 x 0.6 m spacing was analyzed. An experimental design with randomized blocks, corresponding to 5 irrigation treatments ( $L_0$  - no irrigation, and water depths corresponding to  $L_1$  - 100%,  $L_2$  - 80%,  $L_3$  - 60% and  $L_4$  - 40% of Class A Pan evaporation), was used. Each block, corresponding to an irrigation treatment was divided in order to test three different schedules of N and K application along the period from October to March (3, 6 and 9 applications). Production data from 3 harvests, 1998/1999, 1999/2000 and 2000/2001, were combined in order to accomplish the economical analysis. Irrigated farming costs were analyzed based on production cost theory. According to this analysis, one can conclude that, for all irrigation treatments, variable costs, mainly with materials, were the ones which burdened most the final cost of the coffee. When considering fixed costs, the items which affected most the production costs were machines and implements. All treatments applied reflected good agronomic standards, since the mean yield for all treatments was 54 bags  $ha^{-1}$ . An average of 68 bags  $ha^{-1}$  was achieved by the irrigation treatment receiving a water depth corresponding to 100% of the evaporation from the Class A Pan. For the economic scenario considered in this analysis, in which coffee price was R\$ 120.00 per bag, the application of an irrigation schedule with replacement of 100% of Class A Pan evaporation is the most recommendable.

**Key words:** *Coffea arabica* L., irrigation, economic analysis

## INTRODUÇÃO

A irrigação, embora seja técnica antiga, há muito vem sendo útil para aumentar a produtividade das culturas em geral. O uso da irrigação diminui o risco dos agricultores no que se refere às produções a serem alcançadas, não impedindo, no entanto, riscos financeiros. 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 representativos e está associada à utilização intensiva de insumos, tornando importante a análise econômica dos componentes envolvidos no sistema.

A irrigação pode ajudar muito aos agricultores, porém os riscos da adoção de uma agricultura irrigada devem ser criteriosamente estudados e analisados, objetivando-se sempre que o incremento nos rendimentos sejam maiores que os custos. Ressalta-se que 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.

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.

A introdução, no País, de sistemas por gotejamento na cultura do café, em escala comercial, ocorreu há aproximadamente dez anos. Mais especificamente, foi durante os anos 1990. Na segunda metade dessa década, os sistemas de gotejamento se popularizaram e sua aplicação em lavouras de café cresceu de forma significativa. Estima-se que aproximadamente 15 a 20 mil hectares de café estejam sendo irrigados por gotejamento no Brasil e os números crescem a cada ano (AGRIANUAL, 2002).

O café foi, e ainda é, para várias regiões produtoras, uma das atividades com maior capacidade geradora de empregos e fixadora de mão-de-obra no campo (Bacha, 1998). Ribeiro et al. (1998) citam que o café já representou cerca de 56% da receita total das exportações na década de 50 e, em 1990, sua participação se situava na faixa de 5%. Em 1994, a receita cambial gerada pelo café na economia nacional chegou a aproximadamente 6%. Segundo Monteiro (1998), no ano de 1997, o café teve uma participação de 5,8% na receita e, no ano seguinte, contribuiu com 5,9% de toda a exportação brasileira, gerando uma receita cambial situada entre US\$ 2 e 3 bilhões. Em 1999, o Brasil foi responsável pela exportação de 18 milhões e 860 mil sacas de 60 kg de café Arábica (Anuário Estatístico, 2001).

A economia cafeeira 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 acentuada no alicerce de uma cafeicultura forte, competitiva internacionalmente e geradora de riquezas, apoiando toda uma logística de prestação de serviços como transporte, armazenamento, operação administrativa e distribuição (Reis et al., 2001).

Dentre os Estados brasileiros produtores de café, destaca-se Minas Gerais, onde o café é produzido em todas as regiões do Estado, sendo que a região Sul é a principal produtora, responsável por grande parte das lavouras cafeeiras e pela maior parte da produção total de café, além de possuir um clima apropriado para o cultivo da cultura, tem adequada estrutura para produção e comercialização.

Os cafeicultores da região Sul de Minas Gerais, como os demais cafeicultores das outras regiões produtoras, precisam ser cada vez mais profissionais, competitivos e eficientes pois, no contexto atual, as condições de risco e incertezas na cafeicultura são acentuadas, cabendo ao empresário cafeicultor considerar cada vez mais a utilização do gerenciamento da sua empresa produtora de café, tomando decisões baseadas em informações técnicas, econômicas e mercadológicas. Uma dessas informações, o custo de produção, é uma das principais ferramentas que servem como parâmetro e auxiliam o empresário cafeicultor na sua tomada de decisão, pois na cafeicultura vários fatores contribuem para a formação do custo de produção, o que vai definir, certamente, o sucesso ou não do empresário cafeicultor na exploração desta atividade (Fontes, 2001).

A competitividade no setor cafeeiro, cada vez maior, exige que os cafeicultores tomem providências para aumentar a produtividade e, nos últimos tempos, a irrigação é uma das saídas mais adotadas; portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar, técnica e economicamente, o uso de sistema de irrigação por gotejamento na cultura do café, na região de Lavras, MG.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização das análises técnicas e econômicas, utilizaram-se os dados de produção das três primeiras safras (1998/99, 99/00 e 2000/01) sendo a primeira apresentada por Alves (1999), a segunda por Vilella (2001) e a terceira por Silva (2002). Como o experimento foi implantado em março de 1997 houve, para análise, somente dados de 3 safras, sendo possível ter-se uma idéia da situação econômica até o momento.

### Área de estudo

O experimento utilizado para avaliar, técnica e economicamente, o uso de sistema de irrigação por gotejamento na cultura do café foi instalado em uma área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, a uma altitude de 918 m, latitude Sul de 21°45', longitude Oeste de 45°00', ocupando uma área de aproximadamente 0,24 ha.

O cafeeiro utilizado no experimento foi a cultivar "Acaia Cerrado" (MG-1474) plantado em março de 1997 num espaçamento de 3,0 x 0,6 m. Para garantir o "pegamento" das mudas, todas as plantas foram irrigadas por aspersão até

agosto de 1997. A partir de outubro de 1997, iniciou-se a aplicação dos tratamentos de lâminas de água via irrigação por gotejamento aplicando-se, na área molhada, as lâminas resultantes da multiplicação da evaporação do Tanque Classe A (ECA) pelos fatores 1,0 ( $L_1$ ); 0,8 ( $L_2$ ); 0,6 ( $L_3$ ) e 0,4 ( $L_4$ ) e a testemunha sem irrigação ( $L_0$ ). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 4 repetições contendo 30 plantas em cada, considerando-se, como parcela útil, 24 plantas. A irrigação foi efetuada durante todo o ano, quando o saldo da evaporação acumulada do Tanque Classe A e a precipitação atingia 40 mm.

### Análise econômica da lavoura irrigada

**Custo de produção:** Para o procedimento de estimativa do custo de produção, conceituado como a soma de valores de todos os recursos (insumos) e operações (serviços) utilizados no processo produtivo de certa atividade, incluindo-se os respectivos custos alternativos ou de oportunidade, utilizou-se o cálculo da depreciação e do custo alternativo.

A depreciação (D) é o custo necessário para substituir os bens de capital quando tornados inúteis, seja pelo desgaste físico ou econômico. O método utilizado foi o linear referente a 3,8 anos (esse tempo se refere ao início da diferenciação dos tratamentos, dia 16 de outubro de 1997, até dia 31 de julho de 2001, quando se encerrou o período de análise do trabalho) que pode ser mensurado pela equação:

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_u} P \quad (1)$$

em que:

- D - depreciação, R\$ 3,8 anos<sup>-1</sup>
- $V_a$  - valor atual do recurso, R\$
- $V_r$  - valor residual (o valor de revenda ou valor final do bem, após ser utilizado de forma racional na atividade), R\$
- $V_u$  - vida útil (período em anos que, se bem determinado, é utilizado na atividade)
- P - período considerado, anos

Para efeito da análise do custo alternativo fixo ( $CA_{\text{fixo}}$ ) dos recursos produtivos alocados na cafeicultura, considerou-se a taxa de juros de 12% a.a. No seu cálculo, quando a idade média de uso do bem era conhecida, utilizou-se a Eq. (2):

$$CA_{\text{fixo}} = \frac{V_u - I}{V_u} V_a T J P \quad (2)$$

em que:

- I - idade média de uso do bem, anos
- TJ - taxa de juros, decimal

Quando não se conhecia a idade média de uso do bem buscou-se simplificar o cálculo do  $CA_{\text{fixo}}$ , usando-se a Eq. (3) na realização deste trabalho:

$$CA_{\text{fixo}} = \frac{V_a}{2} T J P \quad (3)$$

ou seja, considerou-se o  $CA_{\text{fixo}}$  como se a idade de uso dos recursos fixos fosse 50% da vida útil ( $V_u$ ) que resulta na metade do valor atual do recurso ( $V_a$ ) multiplicado pela taxa de juros.

Para o cálculo do custo alternativo variável ( $CA_{\text{var}}$ ) utilizou-se a Eq. (4):

$$CA_{\text{var}} = V_{\text{gasto}} T J P \quad (4)$$

sendo que  $V_{\text{gasto}}$  é o desembolso financeiro realizado pelo produtor para adquirir insumos e serviços necessários para a produção agrícola.

Neste trabalho, para o cálculo dos custos de máquinas e implementos e de benfeitorias, sentiu-se a necessidade de se fazer o rateio, que consiste na distribuição do valor de um recurso fixo para as diferentes atividades agrícolas que são desenvolvidas na empresa agrícola, desde que este recurso não seja específico para a atividade. A forma de rateio utilizada nesta pesquisa foi a proporcional ao tempo de utilização para máquinas e implementos, e participação na receita total para benfeitorias, quando se considerou que existia mais de uma atividade sendo explorada.

**Custo fixo:** o custo de cada recurso fixo foi calculado somando-se a depreciação e o custo alternativo do fator produtivo. Os itens dos custos fixos e o procedimento de operacionalização, foram:

**Terra:** a terra não se deprecia, haja vista que se parte da hipótese de que o cafeicultor adota um manejo de solo adequado, repondo à terra todos os elementos químicos retirados pela planta, através das adubações, e são realizadas práticas conservacionistas, que mantêm as suas características. O valor considerado é o seu custo alternativo, baseado no aluguel da terra explorada. O aluguel foi considerado como sendo um litro de leite ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, pois este é um dos procedimentos mais utilizados na região sul mineira, onde a pecuária leiteira é bastante desenvolvida e serve como parâmetro para os produtores rurais, quando vão arrendar a terra. O preço utilizado de um litro de leite foi R\$ 0,30, ou seja, R\$ 9,00 ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

**Benfeitorias:** valor correspondente à sua respectiva depreciação em 3,8 anos, multiplicado pelo índice de rateio, caso seja explorada por outra atividade agrícola. Foram computadas as benfeitorias que participam, direta ou indiretamente, na produção do café, como casa do administrador, casa dos empregados, tulha, terreiro e armazém com garagem. Para o cálculo da depreciação considerou-se a vida útil de 25 anos para casa do administrador, casa do empregado, tulha e terreiro, e de 10 anos para armazém com garagem. O valor residual considerado para as benfeitorias foi de 20% do valor inicial, conforme sugere Sindicato... (2000).

**Máquinas e implementos:** foram computados a depreciação em 3,8 anos de 1 trator 265 (vida útil em horas (VU) de 12000 h, utilização anual em horas (UA) de 265 h, utilização anual no café (UA<sub>café</sub>) de 15 h e valor residual (VR) de 15% do valor inicial (VI)), 3 pulverizadores costais manuais (VU de 4500 h,

UA de 240 h, UA<sub>café</sub> de 240 h e VR de 0% VI), 1 pulverizador de barras (VU de 1500, UA de 155, UA<sub>café</sub> de 80 e VR de 0% VI), 1 carreta de 2 rodas (VU de 4000, UA de 90, UA<sub>café</sub> de 15 e VR de 5% VI), 1 arado reversível 2 discos (VU de 2000, UA de 105, UA<sub>café</sub> de 27 e VR de 5% VI), 1 grade aradora 12 discos (VU de 2000, UA de 60, UA<sub>café</sub> de 10 e VR de 5% VI) e 1 distribuidor de calcário (VU de 1500, UA de 30, UA<sub>café</sub> de 5 e VR de 5% VI) sendo que esses recursos foram multiplicados pelo índice de rateio.

**Lavoura:** para a formação da lavoura consideraram-se as operações e os coeficientes técnicos sugeridos por Guimarães (1999). Seguindo essas recomendações, realizou-se a depreciação, utilizando-se como vida útil da lavoura 15 anos.

**Imposto territorial rural (ITR):** levou-se em conta o valor do imposto, cuja vida útil é de um ano, um recurso que não é alterado a curto prazo, pois o seu valor é constante no ano. Foi estimado R\$ 0,14 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, conforme citado nos índices de preços agrícolas do Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

**Sistema de irrigação:** o custo de um sistema de irrigação varia muito. Neste trabalho, o custo foi relativo a um projeto com as seguintes características: conjunto moto-bomba 25 CV, área 19,3 ha, chave de partida direta com contator e relé, controlador eletrônico, injetor de fertilizantes tipo venturi com bomba reforço, válvulas de ar e vácuo, válvulas elétricas com solenóides, válvula de alívio, adutora de aço de 200 m até o cabeçal, cabeçal até os setores de PVC, tubo gotejador autocompensante com vazão 2,3 L h<sup>-1</sup> com espaçamento de 0,75 m, 2 filtros de disco com retrolavagem automática e desnível do terreno de 55 m. A vida útil considerada foi de 15 anos.

**Custo alternativo:** calculado a taxa de juros real de 12% a.a. ou 1% a.m. para cada uma das categorias de recursos do custo fixo. Essa taxa é próxima a uma remuneração mínima obtida no mercado financeiro.

**Custo variável:** o custo de cada recurso variável foi calculado pelo desembolso realizado para aquisição de produtos e serviços, somado ao custo alternativo. Os recursos variáveis e a forma de operacionalização utilizada, foram:

**Mão-de-obra:** os custos com mão-de-obra referem-se à operação do sistema e condução da colheita. Conforme sugere Mendonça (2001) o custo da mão-de-obra para operação do sistema de irrigação, é de R\$ 12,19 ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> e, com a manutenção deste sistema, R\$ 32,22 ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. O custo de condução da colheita foi feito segundo Sindicato... (2000) que sugere R\$ 2,70 por saca de 60 L de café cereja colhida por hectare.

**Insumos:** correspondem ao gasto com aquisição de fertilizantes químicos, matéria orgânica, defensivos, espalhante adesivo, herbicidas e micronutrientes em 3,8 anos. Este gasto foi de R\$ 6.437,35 ha<sup>-1</sup> nos 3,8 anos para cada tratamento.

**Calagem:** como a calagem foi anual, a mesma foi considerada custo variável. O gasto com calagem utilizado neste trabalho foi de R\$ 93,30 ha<sup>-1</sup> para cada tratamento de lâmina de irrigação.

**Máquinas e implementos:** o custo variável com máquinas e implementos refere-se aos gastos com combustíveis, lubrifican-

tes, filtros, conservação e reparos por hora de trabalho, e foi estimado em 60% do valor atual do trator, distribuído pela vida útil (R\$ 254,00 ha<sup>-1</sup> P<sup>-1</sup>).

**Despesas gerais:** englobam os gastos com sacaria, recepção e secagem. Segundo Sindicato... (2000) esses custos com o recebimento e secagem do café em coco são acrescidos da sacaria utilizada para colheita, rateada em três usos.

**Utensílios para colheita e ferramentas:** referem-se a gastos com rastelões, rastelos, rodos, sacas de 60 L, peneiras, carrinhos de mão, escovões, lonas 5 x 6 m, enxadas, foices, limas, enxadões, pás etc, o que equivale a um custo de R\$ 4.551,00 por tratamento por hectare em 3,8 anos.

**Energia:** o custo com energia (CE) foi calculado conforme a Eq. (5), sugerido por Mendonça (2001).

$$CE = V_{\text{kwh}} T \frac{736\text{Pot}}{1000\eta} \quad (5)$$

em que:

- $V_{\text{kwh}}$  - valor do kwh, R\$ (R\$ 0,14, conforme sugerido pela Companhia Energética de Minas Gerais/CEMIG)
- $T$  - tempo total de funcionamento do sistema de irrigação, h, variável para cada tratamento
- $\text{Pot}$  - potência do conjunto moto-bomba, CV
- $\eta$  - rendimento do conjunto moto-bomba, decimal

**Água:** a cobrança pelo uso da água no meio rural ainda não se encontra devidamente regulamentada, mas aqui se adotou a expressão sugerida por Souza (2001):

$$Da_i = (VBa_i Ta_i + Ac Tf)(1 + \text{ICMS}) \quad (6)$$

em que:

- $Da_i$  - despesa no  $i$ -ésimo ano com água para irrigação, R\$
- $VBa_i$  - volume bruto anual de água gasto no  $i$ -ésimo ano com as irrigações, m<sup>3</sup>
- $Ta_i$  - tarifa cobrada pelo consumo de água para irrigação, R\$ 1000 m<sup>-3</sup>
- $Ac$  - área cultivada e irrigada, ha
- $Tf$  - tarifa fiscal pela demanda, US\$
- ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços.

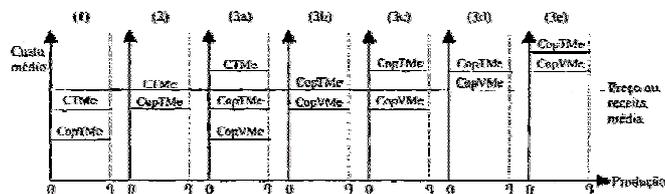
Segundo o mesmo autor,  $Ta_i$  é igual a US\$10 (1000m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>  $Tf$  é igual a 0,1 dólar e ICMS é igual 21,9512% para a região estudada. Para efetuar a transformação de dólar para real utilizou-se, como referência, o último dia útil do mês de julho de 2001 que, segundo o banco de dados do Departamento de Administração e Economia da UFLA, foi de R\$ 2,47 (US\$)<sup>-1</sup>.

**Custo alternativo:** calculado a uma taxa de juros real de 12% a.a. ou 1% a.m. para cada item dos recursos variáveis empregados no processo produtivo da cafeicultura.

#### Análise econômica simplificada

Ao se fazer a análise da atividade produtiva, pode-se encontrar diversas condições, dependendo da posição do preço (ou receita média) em relação aos custos, e cada qual sugerindo uma interpretação particular (Figura 1). Este estudo

apresenta-se ao empresário cafeicultor como um diagnóstico do comportamento econômico-financeiro da safra, com respeito à remuneração obtida, à cobertura dos recursos de curto (custos variáveis) e longos (custos fixos) prazos, à comparação entre a remuneração obtida pela atividade produtiva e àquela que seria proporcionada pelas outras alternativas (custos alternativos) (Reis, 2001).



CTMe – custo total médio; CopTMe – custo operacional total médio; CopVMe – custo operacional variável médio

Figura 1. Situações de análises econômica e operacional de uma atividade produtiva. Fonte: Reis (2001)

O café é um produto que pode ser armazenado por anos e vendido em diversas épocas, fato vantajoso para o cafeicultor, que pode esperar para vender o seu produto quando os preços estiverem com valores satisfatórios. No presente trabalho, o critério adotado para correção de valores foi o de preço único, caso em que se somam as quantidades utilizadas durante o ano e o resultado é multiplicado pelo preço vigente em determinada data que, neste caso, foi em julho de 2001. Portanto, o preço médio do café ou receita média utilizada para análise foi de R\$ 120,00 por saca de 60 kg.

Assim, as condições básicas representadas na Figura 1 podem ser descritas:

A situação 1 corresponde ao lucro supernormal receita média (RMe) maior que CTMe que paga todos os recursos aplicados na atividade econômica e proporciona um lucro adicional, superior ao de outras alternativas de mercado. A tendência a médio e longo prazos é de expansão e entrada de novas empresas para a atividade, atraindo investimentos competitivos.

A situação 2 representa lucro normal (RMe = CTMe) que paga todos os recursos aplicados na atividade em questão. A remuneração é igual à de outras alternativas (custo de oportunidade) e, por isto, se diz que o lucro é normal. Este valor seria o que o cafeicultor receberia se aplicasse os recursos (insumos e serviços) na alternativa considerada; por exemplo, o valor com base na taxa de juros e aluguel da terra estipulados para o cálculo do rendimento alternativo. A atividade permanece sem expansão, mas também sem retração, e a tendência a curto e longo prazos é de equilíbrio. Há, também, as situações de resíduo. A palavra resíduo refere-se a alguma remuneração (parte do custo alternativo se positivo) ou representa prejuízo (no caso negativo); assim, podem apresentar-se situações de resíduo positivo (CTMe > RMe > CopTMe), resíduo nulo (RMe = CopTMe) e resíduo negativo (RMe < CopTMe). No último caso, ainda se pode ver se está pelo menos cobrindo o CopVMe, que representa os gastos de curto prazo ou o chamado capital de giro.

O resíduo positivo (situação 3a) paga todos os recursos aplicados na atividade (RMe > CopTMe). A remuneração é menor que a de outras alternativas (custo de oportunidade) e, neste caso, o cafeicultor estaria diante de uma situação em que há rendimento menor que o dos juros ou aluguel do capital

empatado na atividade, ou de outra base de cálculo para custo alternativo. A tendência é de permanecer na atividade, mas a longo prazo o cafeicultor poderia buscar melhores alternativas de aplicação do capital.

A situação 3b ocorre quando o resíduo é nulo e paga todos os recursos de produção (RMe = CopTMe). Nesta situação não há remuneração alternativa, ou seja, a atividade deixa de ganhar o equivalente ao custo alternativo; a tendência é permanecer na atividade, mas o cafeicultor poderia abandoná-la se os resultados não melhorassem.

O resíduo negativo com cobertura de parte do custo fixo (CopTMe > RMe > CopVMe), situação 3c, paga os recursos variáveis e parte dos fixos. A tendência do cafeicultor a médio e longo prazos é retrair-se e sair da atividade.

A situação 3d ocorre quando o resíduo é negativo sem cobertura dos recursos fixos (RMe = CopVMe) e paga somente os recursos variáveis. A tendência é sair da atividade.

No resíduo negativo, sem cobrir os recursos variáveis ou capital de giro (RMe < CopVMe) dá-se a necessidade de subsidiar os recursos variáveis. A saída da atividade reduz os prejuízos.

### Pontos de nivelamento e de resíduo

Ponto de nivelamento representa lucro normal receita total (RT) igual custo total (CT) e ponto de resíduo ocorre quando o resíduo é nulo (RT = Custo operacional total - CopT) conforme Figura 2; já ponto de nivelamento (e de resíduo) indica o nível de produção no qual uma atividade tem seu custo total (ou operacional total) igual à sua receita total. Ele mostra o nível mínimo de produção além do qual a atividade daria lucro econômico (ou resíduo positivo). Enfim, os pontos de nivelamento ( $q_n$ ) e de resíduo ( $q_r$ ) estão representados na Figura 2.

Para se obter os valores estimados de  $q_n$  e  $q_r$ , utilizou-se as seguintes equações:

$$q_n = \frac{CFT}{(RMe - CVMe)} \quad (7)$$

$$q_r = \frac{CopFT}{(RMe - CopVMe)} \quad (8)$$

em que:

CFT - custo fixo total, R\$

RMe - receita média, R\$

CVMe - custo variável médio, R\$

CopFT - custo operacional fixo total, R\$

CopVT - custo operacional variável total, R\$

As estimativas de  $q_n$  e  $q_r$  permitem uma avaliação da situação presente estudada, com possíveis situações de otimização, ou as possibilidades de se chegar a elas, conforme demonstrado na Figura 2.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produção usados nas análises estão apresentados na Tabela 1.

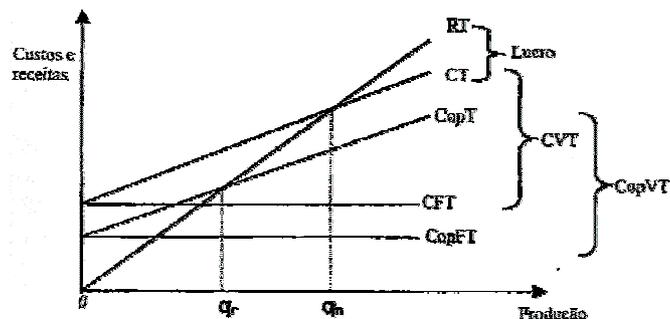


Figura 2. Pontos de nivelamento ( $q_n$ ) e de resíduo ( $q_r$ ). Fonte: Reis (2001)

Tabela 1. Dados de produtividade, em sacas  $ha^{-1}$ , das safras 1998-99, 99-00 e 2000-01, e a acumulada 1998-2001, em função dos diferentes tratamentos de irrigação aplicados

Tratamento % ECA	Produtividade – sacas $ha^{-1}$			
	98-99	99-00	00-01	Total
L <sub>0</sub> - 0	46,33	34,48	36,25	117,06
L <sub>1</sub> - 40	58,00	60,61	34,03	152,64
L <sub>2</sub> - 60	61,67	71,65	35,68	169,00
L <sub>3</sub> - 80	58,42	80,83	33,25	172,50
L <sub>4</sub> - 100	71,67	84,95	47,77	204,39

Fonte: Alves (1999), Vilella (2001) e dados da pesquisa

### Custo total de produção

A Tabela 2 apresenta os percentuais de participação dos itens que compõem os custos totais de produção de café para os tratamentos L<sub>0</sub> (0% ECA), L<sub>1</sub> (100% ECA), L<sub>2</sub> (80% ECA), L<sub>3</sub>,

Tabela 2. Percentagem dos custos fixos e variáveis da produção de café, em diferentes tratamentos de lâmina de irrigação, provenientes de 3 safras acumuladas, do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474

Custos Fixos e Variáveis <sup>1</sup>	% do Custo Total					Média Geral
	L <sub>0</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	
Lavoura	4,24	3,42	3,53	3,57	3,65	3,68
Terra	1,83	1,48	1,53	1,54	1,58	1,59
Máq. e implem.	17,69	14,27	14,73	14,90	15,21	15,36
Benfeitorias	7,94	6,41	6,62	6,69	6,83	6,90
Sistema de irrigação	0,00	7,80	8,05	8,14	8,32	6,46
ITR	-	-	-	-	-	-
CFT <sup>1</sup>	31,71	33,38	34,46	34,85	35,58	34,00
Máq. e implem. <sup>2</sup>	1,13	0,91	0,94	0,95	0,98	0,98
Calagem	0,42	0,34	0,35	0,35	0,36	0,36
Insumos	28,74	23,19	23,93	24,20	24,71	24,95
Desp. Gerais	1,40	1,96	1,71	1,70	1,57	1,67
Utensílios para colheita	20,32	16,39	16,92	17,11	17,47	17,64
Mão-de-obra	12,43	15,78	14,33	14,24	13,49	14,05
Manutenção do sistema	0,00	0,12	0,12	0,12	0,12	0,10
Energia	0,00	0,14	0,12	0,09	0,07	0,08
Custo da água	0,00	4,02	3,41	2,70	2,00	2,43
Custo alternativo	3,87	3,77	3,71	3,69	3,65	3,74
CVT <sup>1</sup>	68,29	66,62	65,54	65,15	64,42	66,00
CT <sup>1</sup>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

<sup>1</sup> CFT - Custo fixo total; CVT - Custo variável total e CT - Custo total

<sup>2</sup> Refere-se aos gastos com combustíveis, lubrificantes, filtros, conservação e reparos por hora de trabalho

(60% ECA) e L<sub>4</sub> (40% ECA). Percebe-se, pelos dados apresentados, que os custos fixos representam 34% do custo final da produção do café, e o custo variável 66% para a média geral dos tratamentos de lâmina da irrigação. Para o tratamento L<sub>0</sub>, o custo fixo correspondeu a 31,71% do custo total, sendo o menor percentual em relação aos demais tratamentos, e o custo variável, com 68,29% do custo final de produção do café, foi aquele com o maior percentual, comparado com os outros tratamentos, devido ao fato deste tratamento não ser irrigado não apresentando, portanto, sistema de irrigação nem custos de manutenção do sistema, energia e água.

O item com maior participação no custo fixo da média geral dos tratamentos foi máquinas e implementos (15,36%) e os gastos com insumos (24,95%) foi o item com maior participação na formação do custo variável geral.

No tratamento L<sub>1</sub>, máquinas e implementos corresponderam a 14,27% do custo total, destacando-se com o menor percentual deste recurso, enquanto o tratamento L<sub>0</sub> correspondeu a 17,69%, com maior participação nos custos fixos dos itens máquinas e implementos.

Em relação à energia e ao custo da água, o tratamento L<sub>1</sub> foi o que obteve maior percentagem com 0,14% e 4,02%, respectivamente; isto já era de se esperar, visto que este tratamento é o que recebe maior quantidade de água (100% ECA).

Entre os tratamentos irrigados, o L<sub>1</sub> apresenta também a maior participação dos custos variáveis no custo total de produção, destacando-se: despesas gerais, mão-de-obra, energia e custo da água. Tanto despesas gerais quanto mão-de-obra estão relacionadas com volume de café colhido; energia e custo de água, com volume de água aplicado.

Em relação aos gastos com insumos, houve maior participação no custo total de produção no tratamento sem irrigação, quando comparado com os tratamentos irrigados, indicando tendência em diminuir os gastos de insumos em lavouras de café irrigadas.

Como o ITR foi um recurso fixo que teve participação muito baixa na produção total, não foi numericamente representado.

Os resultados dos custos fixos e variáveis em reais, assim como os custos totais, da produção de café, em diferentes tratamentos de lâmina de irrigação, provenientes de 3 safras acumuladas, podem ser encontrados em Silva (2002).

Os resultados dos custos médios da produção de café, em relação aos diferentes tratamentos de lâmina de irrigação, provenientes de três safras acumuladas, estão na Tabela 3. O custo total médio apresenta diminuição de valor, a medida em que se muda o tratamento de irrigação, e varia de R\$ 135,84 por saca de 60 kg para o tratamento L<sub>1</sub> a R\$ 191,36 por saca para o tratamento L<sub>0</sub>. O custo total médio geral da atividade foi de R\$ 162,23  $saca^{-1}$ . Observa-se que os custos variáveis diminuem à medida que a produtividade aumenta e os custos fixos seguem a mesma tendência, sendo o menor para o tratamento L<sub>1</sub>, com custo fixo médio de R\$ 45,35  $saca^{-1}$ .

Dos custos econômicos analisados na Tabela 3, pode-se decompor os custos operacionais e os alternativos (ou de oportunidade). Percebe-se que os custos operacionais, representados pelas depreciações do capital fixo e pelos fatores variáveis, oneram, em média, 80,15% (significa quanto R\$ 130,03

Tabela 3. Custos econômicos e operacionais médios<sup>1</sup> por saca de 60 kg da produção de café, em diferentes tratamentos de lâmina de irrigação, provenientes de 3 safras acumuladas, do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474

Tratamento	CFMe	CVMe	CTMe	CopFMe	CopVMe	CopTMe
	R\$					
L <sub>0</sub>	60,68	130,69	191,36	31,86	123,29	155,15
L <sub>1</sub>	45,35	90,49	135,84	23,82	85,37	109,19
L <sub>2</sub>	53,73	102,19	155,92	28,23	96,40	124,63
L <sub>3</sub>	54,84	102,55	157,39	28,81	96,74	125,55
L <sub>4</sub>	60,72	109,92	170,64	31,90	103,70	135,60
Média	55,06	107,17	162,23	28,93	101,10	130,03

<sup>1</sup> CFMe - Custo fixo médio; CVMe - Custo variável médio; CTMe - Custo total médio; CopFMe - Custo operacional fixo médio; CopVMe - Custo operacional variável médio; CopTMe - Custo operacional total médio

representa de R\$ 162,23) do custo econômico de cada saca de café produzida. Neste caso, o custo alternativo do capital investido na cafeicultura variou de 18,92 a 20,54%, a depender do tratamento de lâmina de irrigação e, na média geral, representou 19,85% (100 - 80,15%) do custo de cada saca de café produzida na região estudada.

### Análise econômica simplificada

Para a realização da análise econômica utilizaram-se os dados contidos na Tabela 3, sendo que o preço médio da saca de 60 kg de café beneficiado no período de estudo (julho de 2001) foi de R\$ 120,00, indicando que a situação dos cafeicultores que adotarem o tratamento L<sub>1</sub> será de resíduo positivo (preço > CopTMe) pois parte do custo alternativo do capital empregado na atividade cafeeira não foi reembolsada, mas paga todos os recursos operacionais fixos e variáveis aplicados na exploração. A tendência a curto prazo é permanecer na atividade e, se persistir tal situação, provavelmente, no longo prazo, o cafeicultor poderá buscar outras alternativas de aplicação de capital, pois a cafeicultura está rendendo menos que o retorno alternativo do capital empatado na cafeicultura.

Nos tratamentos, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, a situação é de resíduo negativo com cobertura de parte do custo operacional fixo e de todos os recursos variáveis aplicados na atividade. A tendência a médio e longo prazos, se persistir esta situação, é retrair e sair da atividade.

No tratamento L<sub>0</sub>, sem irrigação, a situação é também de resíduo negativo, mas neste caso não paga nem os recursos variáveis ou capital de giro e ocorre a necessidade de subsidiar a atividade produtiva.

### Ponto de nivelamento e de resíduo

Como indica a Tabela 4, a produção mínima para que não haja perda econômica na melhor situação, que no caso é o tratamento L<sub>1</sub>, é de 314,08 sacas, fato este que não ocorre, pois a produção é de 204,39 sacas, sendo necessário que se eleve a produção em cerca de 109,69 sacas para que se iguale a receita total ao custo total (RT = CT); já o ponto de resíduo é coberto, pois a produção é superior em mais de 31% do necessário para sua cobertura.

Para os tratamentos L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, é oportuno um aumento de produção em sacas de 347,86, 362,04 e 766,96, respectivamente, para que a atividade proporcione um lucro normal (RT = CT).

Tabela 4. Ponto de nivelamento (q<sub>n</sub>) e de resíduo (q<sub>r</sub>), do café, em diferentes tratamentos de lâmina de irrigação, provenientes de 3 safras acumuladas, do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Acaia MG-1474

Tratamentos	q <sub>n</sub>	q <sub>r</sub>
	sacas	
L <sub>1</sub>	314,08	140,60
L <sub>2</sub>	520,36	206,36
L <sub>3</sub>	531,04	209,36
L <sub>4</sub>	919,60	298,72

No caso do tratamento L<sub>0</sub>, o preço da saca não foi suficiente para cobrir o custo variável médio nem o custo operacional variável médio, não sendo possível, então, realizar-se o cálculo de ponto de nivelamento e de resíduo.

## CONCLUSÕES

1. Houve boa eficiência técnica, uma vez que a produtividade média dos tratamentos foi de 54 sacas ha<sup>-1</sup>, sendo que a lâmina com 100% de reposição da evaporação do Tanque Classe A, apresentou produtividade média de 68 sacas ha<sup>-1</sup>.

2. O custo total médio de produção do tratamento sem irrigação foi o mais oneroso, tendo em vista que, para a reposição de 100% da ECA, foi o mais baixo.

3. Os custos totais médios foram inversamente proporcionais às produtividades dos tratamentos de lâmina de irrigação, indicando uma resposta à escala de produção.

4. O preço da saca de café adotado neste estudo é indicador econômico relevante na recomendação do tratamento a ser adotado, uma vez que o investimento em tecnificação e especialização da atividade fica mais sujeito a flutuação de preços do produto. Para o preço de R\$ 120,00 a saca de café, é recomendável adotar-se o tratamento com reposição de 100% da ECA.

## LITERATURA CITADA

- AGRIANUAL 2002 - Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP consultoria e comércio, 2002. 536p.
- Alves, M.E.B. Respostas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) a diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação. Lavras: UFLA, 1999. 94p. Dissertação Mestrado
- Anuário Estatístico do Café. 6. ed. Rio de Janeiro: Coffea business, 2000/2001. 2001. 161p.
- Bacha, C.J.C. A cafeicultura brasileira nas décadas de 80 e 90 e suas perspectivas. Preços Agrícolas: mercado e negócios agropecuários, São Paulo, v.12, n.142, p.14-22, 1998.
- Fontes, R.E. Estudo econômico da cafeicultura no Sul de Minas Gerais. Lavras: UFLA, 2001. 94p. Dissertação Mestrado
- Guimarães, J.M.P. Planejamento e gestão financeira. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 100p.
- Mendonça, F.C. Evolução dos custos e avaliação econômica de sistemas de irrigação utilizados na cafeicultura. In: Encontro Nacional de Irrigação da Cafeicultura no Cerrado, 6, 2000, Uberlândia. Irrigação da Cafeicultura no Cerrado... Uberlândia: UFU, 2001. 212p.

- Monteiro, S.L.N. Aspectos gerais da política cafeeira. Preços agrícolas: mercado e negócios agropecuários, São Paulo, v.12, n.142, p.9, 1998.
- Reis, R.P. Fundamentos da economia aplicada. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 84p.
- 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, p. 37-44, 2001.
- Ribeiro, M.T.F.; Mezzomo, C.P.L.; Duarte, L.H.; Fenelon, A.N. Tradição e moderno se combinam na definição de uma nova trajetória em busca da competitividade: o caso da cadeia agroalimentar do café do Sul de Minas Gerais. In: Workshop: desafios e potencialidades da agricultura no Sul de Minas Gerais. Diagnósticos para discussão... Lavras: UFLA, 1998. p.1-17.
- Silva, A.L. da. Estudo técnico e econômico do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica L.*). Lavras: UFLA, 2002. 67p. Dissertação Mestrado
- Sindicato e organização das cooperativas do estado do Paraná. Custos de produção de café: estudo comparativo entre o sistema de produção adensado e o sistema de produção tradicional. Curitiba, 2000. 110p.
- Souza, J.L.M. de. Modelo para análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para cultura do cafeeiro. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- USP, 2001. 253p. Tese Doutorado
- Vilella, W.M. da C. Diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação no crescimento, produtividade e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica L.*). Lavras: UFLA, 2001. 96p. Dissertação Mestrado