

GUILHERME FERREIRA E SOUZA

**VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DE DIFERENTES
SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO UTILIZADOS NA CAFEICULTURA
DE CERRADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2004**

Dedico

*Aos meus pais Celso e Líliam,
Exemplos de carinho, atenção e
presença incondicional.*

Agradecimento

A Deus, pela dádiva da vida, repleta de etapas penosas ou não, com sorrisos e lágrimas, que se transformam em degraus e permitem minha elevação.

Ao meu irmão Rogério, aos meus avós Odilon, Hilda e Lezita, aos meus tios Condinho e Zezé, Sergio e Nilza, José Aberto e Gilmar e aos meus primos Zu, Tu, Thi, Cy, Lê e César, pela confiança e crença.

Aos Professores Antônio Alves Soares e Everardo Chartuni Mantovani, pela paciência e pela amizade.

À Professora Suely Silveira, pelo apoio fundamental na confecção deste trabalho.

Aos Professores André Luís Teixeira Fernandes e Luís César Dias Drumond, por serem, ao mesmo tempo, amigos, colegas e exemplos.

Ao meu amigo Luis Fabiano Palaretti, por verdadeiramente ser amigo, dispondo de constante incentivo nas horas mais difíceis.

Aos meus irmãos da República "Os Cavalos Deitados" Traia, Carcaça, Rodrigo, Tele-Júnior, PH, Trapé e Tita, e aos da República "Os Bezerros Capotados" Germano, Bragança e Gustavo, por serem minha família ao longo desse percurso.

Aos meus amigos Marcelo, Fúlvio, Zinato, Magrão, Alexandre, Rafael, Dalmácio, Marconi e Adilson por estarem enfrentando juntos a mesma trilha.

A Darik, Delfran e Flávio, por me estimularem e apoiarem no experimento em Viçosa.

Aos meus colegas do cafezinho Chicão, Sr. Antônio, Salomão, Chiquinho e Janaúba, pela distração em agradáveis papos nos intervalos de trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Engenharia Agrícola e ao CNPq, pelo espaço, pela instrumentação e pela disponibilidade dos recursos que garantiram o meu curso.

À minha grande amiga Clarissa, por se preocupar como uma verdadeira irmã com o meu bem-estar, amparando-me com valiosos conselhos.

Aos meus sempre e grandes amigos Tiago, Alexandre, Cacai, Cecílio, Edward e Jamil, por terem mostrado que a distância também é capaz de estreitar laços de amizade que já eram grandes o suficiente.

À Fazu e à Uniube, por me receberem de braços abertos.

Aos meus alunos de Agronomia e Automação Industrial, por terem renovado a minha ânsia pela ciência.

À Fazenda Escola da Uniube e aos seus funcionários, por cederem o espaço e serviços dos quais originaram esta dissertação.

À Nina, pela terna presença no fim desta conquista.

A todas as pessoas que me ouviram e estiveram presentes na minha vida nesta trilha, incentivando, amando, cedendo ombros e abraços.

A todos os obstáculos de maior ou menor dimensão, que necessitaram de minha perseverança e esforço para serem vencidos, por terem fortalecido a minha luta.

BIOGRAFIA

GUILHERME FERREIRA E SOUZA, filho de Celso Almeida de Souza e Líliam Ferreira e Souza, nasceu em Uberaba, Minas Gerais, no dia 04 de maio de 1977.

Em Janeiro de 2002 concluiu o Curso de Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade de Uberaba, em Uberaba, MG.

Em abril de 2002, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, onde desenvolveu estudos na área de Recursos Hídricos e Ambientais, submetendo-se à defesa de tese em 03 de agosto de 2004.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	X
RESUMO	XIII
ABSTRACT	XV
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 IRRIGAÇÃO DO CAFÉ	4
2.1.2 Sazonalidade climática de regiões cafeeiras de Minas Gerais	5
2.2 SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO PARA O CAFEIEIRO.....	8
2.2.1 Gotejamento	8
2.2.2 Tubos perfurados.....	9
2.2.3 Aspersão.....	11
2.2.3.1 Aspersão em malha	12
2.2.3.2 Autopropelido.....	13
2.2.3.3 Pivô central	15
2.2.3.3.1 Pivôs equipados com emissores Lepa (plantio circular)	16
2.3 ASPECTOS ECONÔMICOS DA CAFEICULTURA IRRIGADA	18
2.4 Custos de produção.....	20
2.4.1 Ponto de equilíbrio	21
2.4.2 Fluxo de caixa e critérios de avaliação	23
2.3.2 Custos de produção na cafeicultura irrigada.....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1. ÁREA EXPERIMENTAL E LAVOURA.....	28
3.2 SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO	29
3.2.1 Lâmina de Irrigação	29
3.2.2 Análise da irrigação	33
3.3 ANÁLISE ECONÔMICA DA LAVOURA IRRIGADA E CUSTOS DE PRODUÇÃO	36
3.3.1 Depreciação.....	36
3.3.2 Custo fixo	38

3.3.2.1 Terra	38
3.3.2.2 Benfeitorias	38
3.3.2.3 Máquinas e implementos	39
3.3.2.4 Lavoura	39
3.3.2.5 Imposto territorial rural (ITR)	39
3.3.2.6 Sistemas de irrigação	39
3.3.2.7 Utensílios para colheita e ferramentas.....	40
3.3.2.8 Custo de oportunidade fixo	40
3.3.3 Custo variável	40
3.3.3.1 Mão-de-obra	41
3.3.3.2 Insumos	41
3.3.3.3 Energia elétrica	41
3.3.3.4 Água	42
3.3.3.5 Custo alternativo variável.....	43
3.4 ANÁLISE ECONÔMICA.....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 PRODUTIVIDADES.....	45
4.2 AVALIAÇÃO DA IRRIGAÇÃO.....	46
4.3 ANÁLISE ECONÔMICA.....	47
5 RESUMO E CONCLUSÕES	61
6 REFERÊNCIAS.....	63
APÊNDICE A	69
APÊNDICE B	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Zoneamento climático baseado na aptidão às deficiências hídrica e térmica da cultura do café Arábica no Estado de Minas Gerais.....	6
Figura 2 – Sistema de gotejamento na cafeicultura.....	9
Figura 3 – Sistema de irrigação por tubo perfurado “tripa”.....	10
Figura 4 – Sistema de irrigação por aspersão convencional em operação e mudança de posição.....	12
Figura 5 – Sistema de aspersão em malha (A) e sistema de aspersão convencional (B).....	13
Figura 6 – Autopropelido com tracionamento pela mangueira.....	14
Figura 7 – Pivô central equipado com “sprays” sobre plantio convencional de café.....	16
Figura 8 – Plantio circular de café no oeste baiano – Fazenda Agronol/AIBA. Luís Eduardo Magalhães, BA.....	18
Figura 9 – “Spray” Lepa de irrigação localizada em pivô central.....	19
Figura 10 – Custo de produção da cafeicultura irrigada nas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Sudoeste Baiano.....	21
Figura 11 – Esquema gráfico de representação de custos.....	22
Figura 12 – Ponto de equilíbrio entre custos e receitas de produção.....	23
Figura 13 – Planta planialtimétrica da área experimental.....	30
Figura 14 – Custo total (ct), custo variável (cv), custo fixo (cf), receita e ponto de equilíbrio do sistema de pivô central equipado com emissores Lepa.....	51
Figura 15 – Custo total (ct), custo variável (cv), custo fixo (cf), receita e ponto de equilíbrio para o sistema gotejamento autocompensante.....	52
Figura 16 – Custo total (ct), custo variável (cv), custo fixo (cf), receita e ponto de equilíbrio do sistema de gotejamento convencional...	54
Figura 17 – Custo total (ct), custo variável (cv), custo fixo (cf), receita e ponto de equilíbrio do sistema de tubos de plástico perfurados “TPP”	56

Figura 18 – Fluxo de caixa com estimativa para 15 anos de cultivo com pivô central com emissores Lepa.....	58
Figura 19 – Fluxo de caixa com estimativa de 15 anos de cultivo com tubos de plástico perfurados.....	58
Figura 20 – Fluxo de caixa com estimativa de 15 anos de cultivo com gotejamento autocompensante.....	59
Figura 21 – Fluxo de caixa com estimativa de 15 anos de cultivo com gotejamento convencional.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Perda de água em sistemas convencionais e com a utilização dos emissores	17
Tabela 2 – Percentual dos custos fixos e variáveis da produção de café no Sul de Minas, no período de 98/99.....	24
Tabela 3 – Custo de implantação dos principais sistemas de irrigação utilizados no cafeeiro em dólares (US\$) e o equivalente em reais (R\$), na proporção de R\$3,02 por US\$1,00	26
Tabela 4 – Custos de produção em R\$/ha da lavoura de café tradicional cultivado em Franca, SP	27
Tabela 5 – Custos de produção, em R\$/ha, da lavoura de café irrigado e mecanizado cultivado em Barreiras, BA.....	27
Tabela 6 – Resultado da análise da água utilizada no experimento	31
Tabela 7 – Valores de coeficiente de cultura Kc do cafeeiro.....	32
Tabela 8 – Valores das ETo, precipitação, coeficientes Kc e KI, eficiência dos sistemas e lâmina aplicada.....	33
Tabela 9 – Potencias médias instaladas nos diferentes sistemas de irrigação em uma área de 75 ha.....	40
Tabela 10 – Produtividades alcançadas pelos diferentes sistemas de irrigação nos três primeiros anos de safra.....	45
Tabela 11 – Comparação entre as lâminas aplicadas e as lâminas propostas a partir da análise da irrigação.....	47
Tabela 12 – Valores de eficiência e KI usados no manejo de irrigação e determinados a partir das análises de campo	48
Tabela 13 – Custos de insumos, equipamentos, operações e serviços gerais para cultivo de mudas e implantação da cultura do café.....	48
Tabela 14 – Receita em reais dos diferentes sistemas de irrigação de uma área de 75 ha	49
Tabela 15 – Preços que compõem o orçamento de produção do café no pivô central	49

Tabela 16 – Composição dos custos fixos, variáveis e total da produção de café utilizando pivô central com emissores Lepa	50
Tabela 17 – Preços que compõem o orçamento de produção do café no gotejamento autocompensante	51
Tabela 18 – Composição dos custos fixos, variáveis e total da produção de café utilizando o gotejamento autocompensante	52
Tabela 19 – Preços que compõem o orçamento de produção do café no gotejamento convencional.....	53
Tabela 20 – Composição dos custos fixo, variável e total da produção de café utilizando gotejamento convencional.....	54
Tabela 21 – Preços que compõem o orçamento de produção do café no tubo de plástico perfurado “TPP”	55
Tabela 22 – Composição dos custos fixo, variável e total da produção de café utilizando tubos de plástico perfurados “TPP”	55
Tabela 23 – Ponto de equilíbrio em sacas beneficiadas de café por hectare dos diferentes sistemas de irrigação	57
Tabela 24 – Participação dos itens de custos fixos e variáveis na composição do orçamento dos diferentes sistemas de irrigação.....	57
Tabela 25 – Período de <i>Payback</i> , taxa interna de retorno (TIR) e valor presente líquido (VPL) de uma simulação de 15 anos de cultivo de café sob diferentes sistemas de irrigação	59
Tabela 26 – Investimento para implantação da lavoura cafeeira de 75 ha com quatro sistemas de irrigação.....	60
Tabela A1 – Custos com insumos e equipamentos na formação das mudas.....	69
Tabela A2 – Custos de operações e serviços na formação das mudas.....	70
Tabela A3 – Custo com insumos e equipamentos na implantação do cafeeiro.....	70
Tabela A4 – Custo de operações e serviços na implantação do cafeeiro.....	71
Tabela A5 – Custos de insumos na condução da lavoura de café pós-plantio (0 a 6 meses).....	71

Tabela A6 – Custos de operações e serviços na condução da lavoura de café pós-plantio (0 a 6 meses).....	72
Tabela A7 – Custos por hectare com operações e serviços para a produção de café sob pivô central com emissores Lepa.....	72
Tabela A8 – Custos por hectare com operações e serviços para a produção de café sob tubos de plástico perfurados”TPP”.....	73
Tabela A9 – Custos por hectare com operações e serviços para a produção de café sob gotejamento”.....	74
Tabela A10 – Dados climáticos e valores de Kc, KI e eficiência dos sistemas da irrigação utilizados no manejo da irrigação.....	76
Tabela A11 – Lâminas médias, consumo de energia elétrica, vazão do total, custo da água usada na irrigação.....	77
Tabela A12 – Parâmetros utilizados na análise do manejo da irrigação (Porcentagem de área molhada (Pm), Porcentagem de área sombreada (Ps), Porcentagem usada para cálculo de KI).....	78

RESUMO

SOUZA, Guilherme Ferreira e, M. S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2004. **Viabilidade técnico-econômica de diferentes sistemas de irrigação utilizados na cafeicultura de cerrado.** Orientador: Antônio Alves Soares. Conselheiros: Everardo Chartuni Mantovani e Suely de Fátima Ramos Silveira.

Este trabalho teve como objetivos analisar a produtividade do cafeeiro sob quatro diferentes sistemas de irrigação, avaliar o manejo de irrigação adotado e estabelecer parâmetros de comparação econômica entre os tratamentos. O experimento foi realizado na fazenda Escola da Uniube (Uberaba, MG), em uma lavoura de café da variedade “Catuaí Vermelho – 144”, utilizando dados de produção das três primeiras safras (2001, 2002 e 2003). Foram instalados os seguintes sistemas de irrigação: pivô central equipado com emissores Lepa, tubos de plástico perfurados (TPP ou Tripa) e gotejamentos autocompensante e convencional. Os valores das despesas foram comparados com os das receitas, encontrando-se o ponto de nivelamento econômico e a elaboração dos fluxos de caixa, sendo a partir deles determinados o período de *Payback*, o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR). O gotejamento autocompensante apresentou as maiores produtividades, seguido por pivô central, gotejamento convencional e TPP. Foram verificados déficits hídricos em todos os tratamentos. Todos os tratamentos analisados mostraram-se rentáveis, e o

tempo de retorno de capital investido foi de seis anos para TPP e cinco anos para os demais tratamentos. Nas condições avaliadas, o gotejamento automatizado apresentou a maior lucratividade e o TPP, a menor. O tratamento de gotejamento convencional apresentou-se economicamente viável, exibindo o menor período de *Payback* e a maior TIR, sendo, portanto, a melhor alternativa, seguida pelos sistemas de gotejamento autocompensante, pivô central e TPP.

ABSTRACT

SOUZA, Guilherme Ferreira e, M.S., Universidade Federal de Viçosa, August 2004. **Technical economical viability of different irrigation systems used in the coffee growing of hedge.** Adviser: Antônio Alves Soares. Committee Members: Everardo Chartuni Mantovani and Suely de Fátima Ramos Silveira.

This work had as objectives to analyze the productivity of the coffee tree under four different irrigation systems, to evaluate the irrigation handling adopted, to establish points of economic leveling between revenue and expenses and to recognize the period of Payback. This work was accomplished in the farm school of Uniube (Uberaba – MG), in a coffee agriculture of the variety “Red Catuaí - 144”, using data of production of the first three crops (2001, 2002 and 2003). The following irrigation systems were installed: central pivot equipped with Lepa emitters, tubes of perforates plastic (TPP) and drips auto compensating and conventional. The values of the expenses were compared to ones of the revenues finding the economic leveling point and elaboration of the cash flows, being from them, determined the period payback, the liquid present value (LPV) and the internal rate of return (IRT). The auto compensating drip presented the largest productivities, followed by central pivot, conventional drip and TPP. Hydric deficits were verified in all treatments. All the analyzed treatments were show to be profitable and the return time of the invested capital was of 6 years to TPP ad

5 years for the other treatments. In the analyzed conditions, the auto compensating drip showed the largest profitability and TPP the smallest. The treatment of the conventional drip, was show to be economically viable, presenting the smallest period of payback and larger TIR being, therefore the best alternative, ahead are the systems by auto compensating drip, center pivot and TPP.

1 INTRODUÇÃO

A irrigação não é uma prática recomendada extensivamente para as regiões climaticamente aptas à cafeicultura, mesmo sendo uma ferramenta capaz de aumentar a produtividade das culturas em geral.

Dentre as vantagens atribuídas à irrigação na cultura do café, cita-se a criação de um ambiente mais favorável ao desenvolvimento do cafeeiro, possibilitando a produção em áreas climaticamente marginais à cultura que, associadas a uma boa qualidade de projeto, planejamento e manejo adequado, resultam em maior produtividade e rentabilidade, reduzindo os riscos.

O desenvolvimento de estudos aplicados ao planejamento e manejo da irrigação do cafeeiro no Brasil é importante, especialmente no Estado de Minas Gerais, pois a cafeicultura mineira ocupa a primeira posição no *ranking* nacional, sendo responsável por mais de 49% da produção brasileira, com uma área de 1.086.569 ha. Essa colocação fez com que o estado contribuísse, no ano de 2000, com uma participação de 11,2% do produto interno bruto agropecuário nacional (ITEM, 2000).

O desenvolvimento tecnológico da agricultura e a expansão dos mercados têm feito com que os riscos econômicos da atividade agrícola se intensifiquem e, basicamente, se constituam em dois componentes: variabilidade da produção e preços. Com a irrigação, reduzem-se ou

eliminam-se as perdas devido ao déficit hídrico, no entanto os riscos econômicos e as perdas por excesso de chuvas, principalmente no período de colheita, ainda permanecem (FILHO e GONZAGA, 1991).

A irrigação do cafeeiro tem sido realizada preferencialmente com o uso de sistemas pressurizados por aspersão ou localizados. Dentre os sistemas mais utilizados, destaca-se a irrigação por pivô central, gotejamento e aspersão convencional. A definição de sistemas de irrigação mais adequados ou adaptados a determinado sistema de produção tem sido amplamente discutida, com a ressalva de que a definição do mais adequado deve levar em consideração aspectos técnicos, econômicos e operacionais (MANTOVANI, 2003).

Determinar a viabilidade de um empreendimento que se inicia é uma etapa 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.

A irrigação pode ajudar muito os agricultores, porém os riscos da adoção de uma agricultura irrigada devem ser criteriosamente estudados e analisados, objetivando-se, sempre, que o incremento nos rendimentos seja maior que o incremento dos 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 possibilitará decidir se é viável ou não a implantação de um sistema de irrigação (SILVA et al., 2003).

Este trabalho foi realizado visando estabelecer parâmetros econômicos que forneçam bases comparativas entre diferentes sistemas de irrigação utilizados na cafeicultura de cerrado. Os objetivos específicos foram:

- a) Avaliar tecnicamente a irrigação realizada durante cinco anos de cultivo do cafeeiro.
- b) Analisar a produtividade do cafeeiro irrigado com quatro sistemas de irrigação.

- c) Estabelecer os pontos de nivelamento econômico, identificar o tempo de retorno do capital *PayBack* e calcular o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR) dos quatro diferentes sistemas de irrigação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Irrigação do café

No Brasil, a cafeicultura desenvolveu-se inicialmente em regiões onde os riscos de ocorrer deficiência hídrica durante períodos críticos da cultura são mínimos. Recentemente, a cafeicultura expandiu-se para regiões que apresentam maiores riscos e períodos extensos de deficiência hídrica, como o Triângulo Mineiro e o Alto Paranaíba, em Minas Gerais; o norte do Espírito Santo; e as regiões sul e oeste da Bahia. Nessas regiões, a irrigação é essencial para garantir a produção e proporcionar elevadas produtividades. Pereira et al. (2000) concluíram que a irrigação, juntamente com outros fatores como a mecanização, acelera o desenvolvimento da cafeicultura nas regiões de cerrado.

Silva et al. (2003) citaram que, embora a irrigação seja uma técnica antiga, que há muito vem sendo útil para aumentar a produtividade das culturas em geral, somente na década de 1940 um ensaio de pesquisa de café conduzido pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC) indicou que o uso da irrigação praticamente dobrou a produtividade de café em relação ao chamado cultivo de sequeiro. Vários autores verificaram o efeito positivo da irrigação no crescimento (MATIELLO e DANTAS, 1987; ZANINI et al., 1994) e produção do cafeeiro (BARRETO et al., 1972; NJOROGÉ, 1989; REIS et al., 1990). Araújo (1982) notou que a irrigação, além de maior produtividade,

possibilitou um produto de melhor tipo e bebida, porém, por se tratar de técnica relativamente nova dentro da tecnologia de produção de café, tornam-se necessários estudos que visem proporcionar ao cafeicultor irrigante a garantia da aplicação de água no momento adequado e em quantidades suficientes.

Hoje, a irrigação do cafeeiro, além de ser uma prática usada no incremento tecnológico da produção agrícola, gerando aumento da produtividade, apresenta-se como ferramenta de produção fundamental capaz de viabilizar o cultivo do café em várias regiões, principalmente naquelas onde há ocorrência acentuada de déficit hídrico.

A irrigação apresenta-se em 10% da área de cultivo do cafeeiro no país, o que torna possível situar a cafeicultura irrigada entre as principais culturas irrigadas do Brasil, representando uma área de 200 mil hectares, concentrados principalmente nos Estados do Espírito Santo, de Minas Gerais e da Bahia (MANTOVANI, 2000).

Por se tratar de uma prática relativamente nova na cafeicultura, a perspectiva promissora da adoção da irrigação deve ser analisada de forma detalhada, no que diz respeito ao planejamento, dimensionamento, manejo e desenvolvimento da cultura (SOUZA, 2001).

2.1.2 Sazonalidade climática de regiões cafeeiras de Minas Gerais

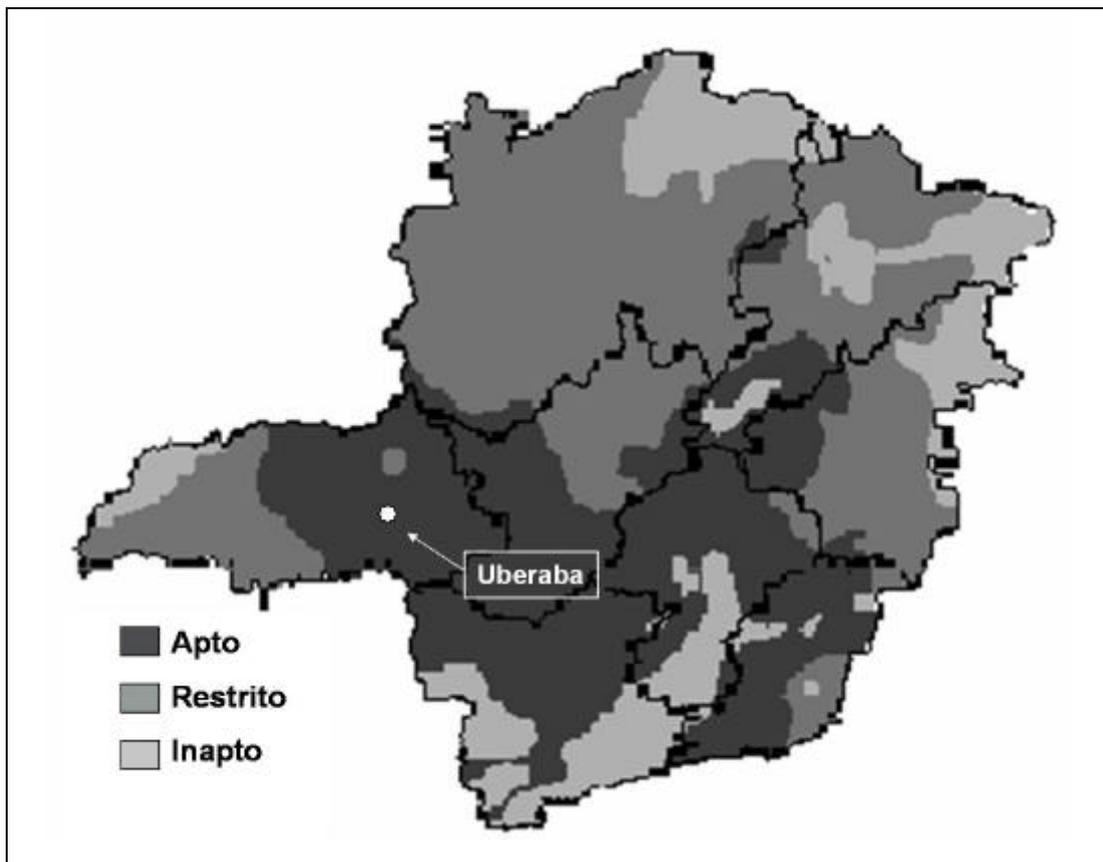
A cafeicultura instalou-se no cerrado mineiro por volta da década de 1970, tornando-o um dos mais importantes pólos cafeeiros do Brasil. De acordo com Andrade (1994), esse movimento ocorreu em razão da necessidade de expansão da fronteira agrícola no Estado de Minas Gerais.

A implantação da cultura do café no cerrado causou grande polêmica no início de seu plantio, pois o Instituto Brasileiro do Café (IBC) não considerava essa zona adequada à cultura, embora já houvesse vários estudos que viabilizavam sua implantação (EVANGELISTA et al., 2002). Atualmente, e conforme atestam os especialistas, o café produzido no

cerrado é considerado um dos melhores do mundo, resultado das condições climáticas favoráveis, o que propicia estações bem definidas, produzindo grãos de altíssima qualidade porque, durante a época da florada dos cafezais, as chuvas são abundantes, permitindo a formação de frutos mais uniformes (SIMÃO, 1999).

Conforme Santos (1999), o zoneamento agrícola constitui uma tarefa importante na organização dos programas de trabalho e suporte do planejamento da agricultura.

A partir de estudos de zoneamento climático atendendo às necessidades climáticas para o cultivo do café, Evangelista et al., (2002) verificaram que as regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba apresentam menores índices de chuva do que regiões de cafeicultura tradicional como o Sul de Minas, porém se pode considerar que o déficit médio anual de água no solo não inviabiliza o cultivo do cafeeiro.



Fonte: Evangelista et al. (2002)

Figura 1 – Zoneamento climático baseado na aptidão às deficiências hídrica e térmica da cultura do café Arábica no Estado de Minas Gerais.

Analisando a Figura 1, notou-se que grande parte do Sul de Minas e parte do Triângulo Mineiro possuem condições térmicas e hídricas satisfatórias para a cultura do café Arábica, sendo este de melhor bebida que o Robusta. As condições agroclimáticas existentes, entre outros fatores, explicam o porquê de grande parte da expansão cafeeira de Minas Gerais ter se dado nas duas regiões mencionadas, além da região do Alto Paranaíba.

No Brasil, em geral, o café é cultivado em áreas de condições macroclimáticas satisfatórias, isto é, em condições em que a deficiência hídrica anual está abaixo de 150 mm. Nessas áreas, a irrigação tem pequeno efeito sobre a produção. Em regiões com deficiência hídrica anual entre 150 mm e 200 mm, a irrigação pode trazer vantagens econômicas, e somente em locais com déficit anual de água acima de 200 mm a irrigação é essencial para se obter produção comercial (ANTUNES, 1978; CAMARGO e PEREIRA, 1994; SANTINATO et al., 1996).

Camargo (1987), Santinato et al. (1996), Faria et al. (1999) e Revista Item (2000) citaram que regiões climaticamente aptas para o cultivo do cafeeiro vêm sofrendo, com certa freqüência, o efeito de estiagens prolongadas nos períodos críticos de demanda hídrica exigidos pela cultura, promovendo queda de produção em várias lavouras nas regiões Sul de Minas Gerais e Triângulo Mineiro. A possibilidade dos veranicos compromete a produção do cafeeiro, por estes atuarem na fase de expansão dos grãos, levando à necessidade da irrigação para suprir a demanda da cultura. Fernandes et al. (2000) relataram que uso da irrigação tem proporcionado a produção de café em regiões com precipitação pluvial bastante aquém das necessidades da cultura, tendo-se verificado aumentos consideráveis de produtividade e da qualidade da bebida obtida com a lavoura irrigada. Nas regiões consideradas marginais à cafeicultura, muitos plantios efetuados sem o suprimento artificial de água foram seriamente prejudicados.

Luchiari Júnior et al. (1986) identificaram a possibilidade de ocorrência de longos períodos de estiagem e veranicos nas áreas de cerrado de Minas Gerais, onde de 80 a 90% do total anual de precipitações concentra-se no período de outubro a abril, coincidindo com as fases de crescimento vegetativo e frutificação do cafeeiro.

Nogueira et al. (1999), analisando o zoneamento agrícola de café Arábica na região de Uberaba, MG, que compreendia seis municípios, observaram que 76,9% das áreas com altitudes compreendidas entre 600 e 1.050 m e com médias de temperatura entre 18 e 22 °C mostraram-se aptas para o cultivo de café. Com relação à bebida, a região tem aptidão relativamente alta, principalmente em altitudes compreendidas entre 800 e 1.200 m.

2.2 Sistemas de irrigação para o cafeeiro

A escolha de qualquer um dos sistemas de irrigação existentes para a cafeicultura depende de uma série de fatores, destacando-se o tipo de solo, a topografia, o tamanho da área, os fatores climáticos, a capacidade de investimento do produtor e o custo do sistema de irrigação (MANTOVANI, 2000).

Dentre os sistemas de irrigação existentes, destacam-se especificamente para a cafeicultura: aspersão convencional, canhão hidráulico, autopropelidos, pivô central, gotejamento e tubos perfurados.

2.2.1 Gotejamento

A irrigação por gotejamento compreende os sistemas nos quais a água é aplicada ao solo (Figura 2) diretamente sobre a região radicular, em pequenas intensidades, porém com alta frequência, de modo que mantenha a umidade do solo na zona radicular próxima à capacidade de campo (capacidade de máxima retenção de água no solo).

A introdução de sistemas de irrigação por gotejamento na cultura do café, em escala comercial no país, ocorreu há aproximadamente 10 anos. Na segunda metade da década de 1990, os sistemas de gotejamento se popularizaram e sua aplicação em lavouras de café cresceu de forma

significativa. Segundo o Anuário Estatístico, em 2002 aproximadamente 15 a 20 mil hectares de café já eram irrigados por gotejamento no Brasil, com tendência ao crescimento.

A irrigação por gotejamento é um sistema fixo, cujo elevado custo limita seu uso para culturas nobres, com alta capacidade de retorno (SILVA, 2002). Além disso, exige alto investimento em obras e aquisição de equipamentos para captação, condução e tratamento primário 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.



Figura 2 – Sistema de gotejamento na cafeicultura.

2.2.2 Tubos perfurados

O sistema de irrigação por tubos perfurados é utilizado em larga escala na cafeicultura do cerrado de Minas Gerais, principalmente na região de Araguari e Triângulo Mineiro. O uso da irrigação por tubos de plástico perfurados (também conhecido por “Tripa”) provoca muitas polêmicas quanto à sua eficiência, sendo considerado entre os técnicos como um método alternativo de irrigação (Figura 3). As condições nas quais esse método se

enquadra são: irrigação suplementar, baixa disponibilidade de recursos financeiros (geralmente apresentando baixo custo) e disponibilidade de mão-de-obra na propriedade (SANTINATO et al., 1999).



Figura 3 – Sistema de irrigação por tubo perfurado “tripa”.

O uso de tubos perfurados é uma combinação de irrigação localizada e por aspersão. Reduz o custo de instalação, mas possui um alto custo de manutenção e com mão-de-obra (COSTA, 2000). Esse mesmo autor mencionou a possibilidade de esse equipamento apresentar custo de instalação ainda mais reduzido quando comparado a outros sistemas, adotando-se o princípio de movimentação das linhas laterais, porém isso diminui ainda mais a vida útil das linhas e aumenta a participação da mão-de-obra nos custos finais de produção.

Ainda assim, Santinato et al. (1999), avaliando a produção de café sob irrigação com tubos perfurados na região de Patos de Minas, observaram um aumento da produtividade média de três anos de 41,4 para 70,9 sacas beneficiadas por hectare, representando um incremento de 58%.

2.2.3 Aspersão

Irrigação por aspersão é o método de irrigação em que a água é aspergida sobre a superfície do terreno, assemelhando-se a uma chuva, por causa do fracionamento do jato d'água em gotas (BERNARDO, 1996). O jato d'água e seu fracionamento são obtidos pela passagem de água sob pressão através de pequenos orifícios ou bocais acoplados a dispositivos mecânicos, denominados aspersores (DRUMOND e FERNANDES, 2001; BERNARDO, 1996).

Os sistemas de irrigação por aspersão podem ser classificados de acordo com o tipo de tubulação usada, do modo de instalação no campo, os tipos de engates entre as tubulações, a movimentação das linhas laterais no campo e o manejo da irrigação. Dessa forma, podem ser classificados em sistemas mecanizados, sistemas fixos e sistemas com movimentação manual. Como exemplo de sistemas mecanizados, os mais utilizados na cafeicultura são o pivô central e o autopropelido (o sistema de irrigação linear também é um sistema de aspersão mecanizada, porém não comumente utilizado na cultura do café).

Nos sistemas fixos, o equipamento deve cobrir toda a área a ser irrigada ao mesmo tempo, não havendo a necessidade de mudanças na posição das linhas de aspersão. Podem ser projetados com aspersores de tamanho grande, embora sejam mais utilizados os médios ou pequenos. Possuem elevado custo inicial e uma pequena utilização de mão-de-obra, oposto aos sistemas com movimentação manual que são aqueles em que, tanto a tubulação principal quanto as linhas laterais e os aspersores, são mudados de local de funcionamento após cada irrigação. O sistema de irrigação por aspersão é hoje amplamente utilizado no Brasil devido ao baixo custo inicial, porém demanda grande quantidade de mão-de-obra no seu manejo. Podem ainda ocorrer vários problemas relativos ao seu uso, como instalação do sistema sem um adequado projeto de engenharia, manejo inadequado do sistema, no que se refere à regulagem da pressão e vazão

nos aspersores e mistura de aspersores de diferentes características nas linhas de irrigação (MANTOVANI, 2000).



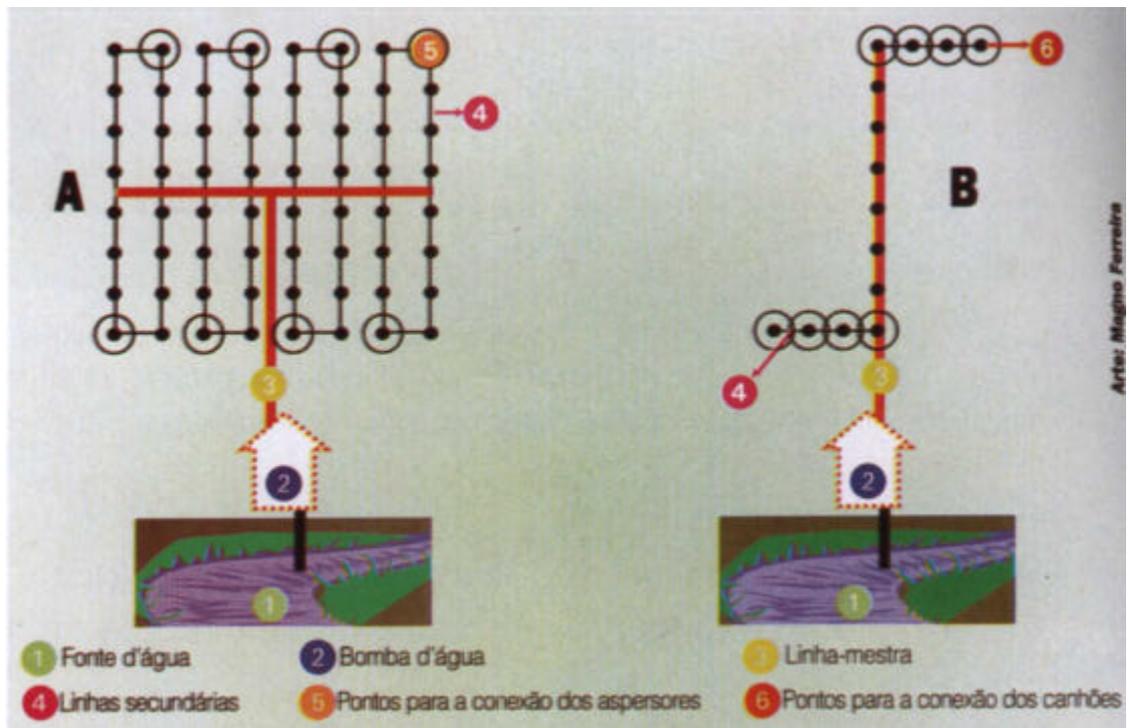
Figura 4 – Sistema de irrigação por aspersão convencional em operação e mudança de posição.

2.2.3.1 Aspersão em malha

Esse sistema foi inicialmente utilizado para irrigação de pastagem na região do Vale do Rio Doce (DRUMOND e FERNANDES, 2001). Segundo Matiello et al. (2001), na cafeicultura o sistema de irrigação por aspersão em malha é indicado especialmente para cafezais adensados e em áreas menores, com custos mais baixos que os sistemas tradicionais. Esses mesmos autores citaram que, no sistema de aspersão em malha, as linhas laterais, de derivação e principal são enterradas (Figura 5), necessitando apenas da mudança dos aspersores, o que reduz sensivelmente o uso de mão-de-obra em comparação com o sistema de aspersão convencional, que necessita de mudança tanto dos aspersores quanto das linhas laterais.

Em projetos de irrigação em malha, Drumond e Fernandes (2001) observaram que um homem é capaz de operar um sistema de 75 a 100 ha. Na maioria dos projetos para irrigação de café, utilizam-se aspersores espaçados desde 12 x 12 m até 24 x 24 m. Matiello et al. (2001) concluíram que, em áreas maiores, a instalação de aspersores com espaçamentos

superiores aos dos aspersores convencionais, desde 30 x 30 m até 42 x 42 m, traz economia e viabiliza projetos dessa modalidade de aspersão.



Fonte: Drumond e Fernandes (2001)

Figura 5 – Sistema de aspersão em malha (A) e sistema de aspersão convencional (B).

2.2.3.2 Autopropelido

O sistema autopropelido consiste em um aspersor de médio ou grande alcance (canhão hidráulico), montado sobre uma carreta com unidade acionadora e carretel enrolador de mangueira, a qual pode ser tracionada por meio de um cabo de aço, pela própria mangueira (Figura 6) ou pela unidade automotora, bem como por uma mangueira que faz a conexão da unidade móvel com a linha principal (BERNARDO, 1996). Em outras palavras, o autopropelido é um equipamento que se locomove utilizando energia hidráulica da água de irrigação. Segundo Drumond e Fernandes (2001), a energia despendida no deslocamento do aspersor vem do processo de

transformação da energia hidráulica em energia mecânica. Normalmente, a transformação se dá por meio de turbinas ou pistão (Figura 6).

A utilização do autopropelido na cafeicultura irrigada é restrita e inicia-se com o aproveitamento de sistemas usados na irrigação de outras culturas. Trata-se de um equipamento para irrigação de pequenas e médias áreas (5 a 50 ha), mais adequado para regiões de déficit hídrico baixo a moderado, com irrigações em alguns períodos do ano. Para Mantovani (2000), uma das restrições quanto ao uso do autopropelido é a exigência de mão-de-obra um pouco mais especializada, em comparação com os sistemas convencionais, e, normalmente, necessita-se de um trator para opções de mudanças de posições e enrolamento da mangueira. Esse mesmo autor citou que esse sistema de irrigação consome mais energia em razão de um conjunto de fatores, como pressão de serviço elevada e perda de carga nas mangueiras e na turbina de acionamento.



Figura 6 – Autopropelido com tracionamento pela mangueira.

2.2.2.3 Pivô central

Na irrigação por pivô central, os aspersores são dispostos na área de forma a aplicar uma lâmina uniforme sobre a superfície, o que se consegue promovendo a superposição dos círculos irrigados. Com a evolução desse método, foram desenvolvidos sistemas adequados às diversas combinações de solo, planta, clima e outros fatores locais. Dentre esses sistemas, destaca-se o pivô central, no qual os emissores são dispostos ao longo de uma tubulação posicionada acima da superfície do solo, apoiada em torres metálicas providas de rodas e sustentadas por treliças, a uma altura compatível com a cultura entre 4 e 5 m. O comprimento da tubulação pode chegar a 750 m, possibilitando irrigar áreas de até 150 ha (TEIXEIRA, 2003).

O pivô central é um equipamento de irrigação amplamente utilizado no Brasil, onde seu uso abrange 650.000 ha, o que representa cerca de 20% da área total irrigada (CHRISTOFIDIS, 2002).

A necessidade de reduzir o consumo de energia e, simultaneamente, manter a uniformidade e a eficiência na aplicação de água tornou-se uma grande preocupação. Segundo Gilley e Watts (1977) e Gilley et al. (1990), a redução na pressão de operação por meio de emissores de baixa pressão é a maneira mais fácil de reduzir o consumo de energia dos sistemas de tipo pivô central. Os emissores de baixa pressão foram desenvolvidos para substituir os tradicionais aspersores de impacto, pois a mesma lâmina de água é aplicada com uniformidade comparável e menor utilização de energia. Os sistemas de pivô central passaram, então, a ser projetados ou redimensionados para operar com pressão reduzida. Entretanto, esses sistemas tendem a apresentar problemas de manejo de água e solo, como o aumento da taxa de aplicação (predisposição para escoamento superficial), perdas pelo vento e pela evaporação, além de redução na uniformidade devido à menor superposição.

Com relação à cafeicultura, o sistema de pivô central tem sido bastante utilizado, principalmente nos últimos cinco anos, em regiões de topografia favorável como o oeste baiano e os cerrados mineiro e goiano.

Na irrigação do cafeeiro com sistema de irrigação do tipo pivô central, normalmente se molha toda a superfície do solo, ocorrendo desperdício de água e de produtos aplicados via irrigação (fertilizantes, fungicidas, inseticidas etc.) no centro das fileiras, além de custos mais elevados no controle das ervas daninhas, seja por capinas mecânicas, seja por herbicidas, pois a maioria dos plantios apresenta espaçamentos entre linhas superiores a 3,5 m (Figura 7).



Figura 7 – Pivô central equipado com “sprays” sobre plantio convencional de café.

2.2.2.3.1 Pivôs equipados com emissores Lepa (plantio circular)

A idéia de tornar o pivô central mais eficiente levou ao desenvolvimento do emissor Lepa - “Low energy precision application”, ou seja, aplicação precisa de água com baixo consumo de energia. Nesse sistema, a água é aplicada diretamente sobre a copa das plantas cultivadas com plantio circular (FERNANDES e DRUMOND, 2000).

Segundo Teixeira (2003), a utilização desse emissor aumenta, moderadamente, o custo do sistema de irrigação, mas torna-se imprescindível para alcançar bons resultados na solução de problemas, como gastos de energia e água. É possível a transformação de um pivô

equipado com emissores convencionais (irrigação em área total) para um pivô dotado de emissores Lepa. Para isso, é necessário que se faça o redimensionamento hidráulico do sistema e equipamentos, feito em geral pelas empresas fabricantes, o que pode requerer a troca do conjunto motobomba ou alterações no rotor da bomba.

Em muitas situações, esses benefícios justificam a substituição dos difusores existentes em um pivô por um sistema Lepa. Com a utilização desse sistema, dificilmente as perdas de água ultrapassam 5%. No caso do sistema do tipo pivô central convencional, as perdas atingem 25 a 30% (LYLE e BORDOVSKY, 1983). Na Tabela 1, podem-se observar algumas diferenças entre os emissores Lepa e os emissores convencionais, no que diz respeito a perdas de água.

Tabela 1 – Perda de água em sistemas convencionais e com a utilização dos emissores

Fatores de perda de água	Emissores convencionais	Emissores tipo LEPA
Evaporação pela superfície do solo	Toda a superfície do solo é molhada, proporcionando alta evaporação	Menos da metade da superfície do solo é molhada, reduzindo a evaporação
Superfície da cultura	O dossel das plantas úmido permite grande superfície de evaporação	O dossel das plantas permanece mais tempo seco
Deriva	Os “sprays” convencionais são altamente suscetíveis às perdas pelo vento	Deriva mínima, pela localização do jato de água
Escoamento superficial	Topografia, baixo desenvolvimento vegetativo e superirrigação favorecem perdas por “run-off”	Sistema de manejo do Lepa reduz o escoamento superficial
Percolação profunda	Superirrigação pode provocar perdas de água abaixo da superfície do solo	Um correto monitoramento da umidade do solo reduz perdas por percolação

Fonte: Fernandes e Drumond (2000).

O cultivo em círculo (Figura 8) contribui para melhorar a distribuição de água, quando se utiliza o sistema de pivô central equipado com emissor Lepa. Quando as culturas são plantadas num círculo, o pivô equipado com esse emissor aplica a água, localizadamente, sobre a copa das plantas.

É de suma importância zelar pelo alinhamento das covas em relação à marcação feita pelo emissor Lepa, a fim de garantir que, durante todo o desenvolvimento da cultura, ocorra aplicação de água exatamente sobre a fileira de plantas (Figura 9).

Um dos problemas decorrentes da utilização de emissores localizados, como os dispositivos Lepa, em pivôs centrais com áreas irrigadas superiores a 70 ha é a possibilidade de ocorrência de escoamento superficial, em virtude de a taxa de aplicação de água exceder a taxa de infiltração do solo. Esses problemas são mais acentuados na extremidade da linha lateral do pivô quando são comuns as montagens triplas de Lepa, que proporcionam altas taxas de precipitação (TEIXEIRA, 2002).



Figura 8 – Plantio circular de café no oeste baiano – Fazenda Agronol/AIBA. Luís Eduardo Magalhães, BA.

2.3 Aspectos econômicos da cafeicultura irrigada

A cultura do café é relevante para a agricultura e para a economia brasileiras desde a sua introdução no país. Atualmente gera 3,5 milhões de empregos diretos e mais de dois bilhões de dólares/ano em exportações (SOUZA, 2001).

O Estado de Minas Gerais é, hoje, o maior produtor de café do Brasil. Segundo dados do “Anuário Estatístico do Café” (ANUÁRIO..., 1997), a produção mineira passou de 5,5 milhões de sacas em 1984/85 para 9,2 milhões no ano agrícola 1995/96, sendo responsável, portanto, nesse período, por cerca de 55% da produção brasileira.



Figura 9 – “Spray” Lepa de irrigação localizada em pivô central.

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). Em 1994, a receita cambial gerada pelo café na economia nacional chegou a aproximadamente 6% da receita da exportação. 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 18,86 milhões de sacas de 60 kg de café Arábica (ANUÁRIO ESTATÍSTICO, 2001).

A produção da safra de 2003/2004 foi de 30,63 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, sendo 21,62 destinadas à exportação (ANUÁRIO ESTATÍSTICO, 2004).

Segundo Gentil (2000), a agricultura sempre ofereceu riscos de investimentos. Hoje, esses riscos se acentuam em virtude da maior exposição do país à competição externa e, principalmente, ao protecionismo do setor agrícola pelos países ricos.

2.4 Custos de produção

Reis et al. (2000) citaram que os fatores que afetam a renda dos empresários rurais dividem-se em dois grupos: os incontroláveis ou externos, que são aqueles sobre os quais os empresários rurais não podem exercer seu controle, por exemplo o clima e o mercado; e os controláveis ou internos, sobre os quais os empresários têm domínio, a exemplo do tamanho do negócio e da alocação dos recursos produtivos. Portanto, o conhecimento dessas variáveis torna-se importante, já que são essas as causas de maior ou menor rentabilidade dos empresários rurais.

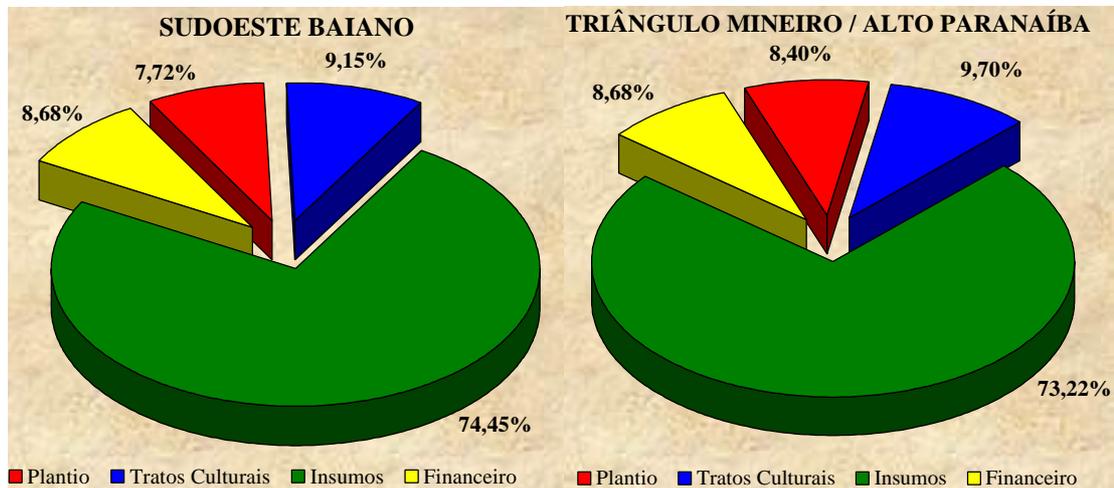
Existem vários componentes do custo de produção, e seu detalhamento é um trabalho que exige atualização constante, devido à variação temporal da produção com relação aos preços dos mercados nacional e internacional, à variação cambial etc. (MENDONÇA, 2001).

Ao analisar a participação dos componentes de custo nas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Sudoeste Baiano (Figura 10), Mendonça (2001) não encontrou diferenças significativas no que diz respeito ao plantio, aos tratos culturais, aos insumos e às variáveis financeiras (juros regionais).

Os custos de produção podem ser classificados basicamente como fixos ou variáveis. São fixos os que não variam com a quantidade produzida e variáveis, aqueles que se alteram com o nível de produção da empresa (SOUZA, 2001).

Pindyck e Rubinfeld (2002) alertaram para o fato de que, dependendo das circunstâncias, os custos fixos podem incluir gastos com a manutenção da propriedade, seguro e um número mínimo de funcionários, ou seja, custos que permanecem inalterados com o volume de produção da propriedade. Citaram ainda que a única maneira de eliminar todos os custos fixos de uma

propriedade é deixando de operar, ou seja, encerrando a atividade. A soma dos custos fixos e variáveis consiste no custo total econômico ou custo total de produção.



Fonte: Mendonça (2001)

Figura 10 – Custo de produção da cafeicultura irrigada nas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Sudoeste Baiano.

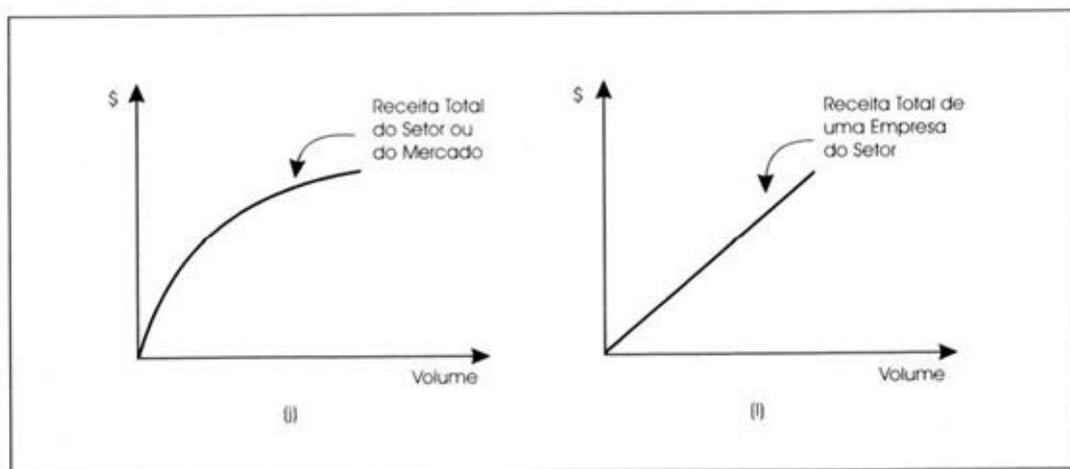
Os custos de oportunidade são receitas perdidas, levando-se em conta que, ao realizar determinado projeto, o investidor renuncia a outras oportunidades de utilização do ativo. Em outras palavras, são os custos associados às oportunidades que serão deixados de lado, caso a empresa não empregue seus recursos da maneira mais rentável. Esses custos devem ser contabilizados nos custos totais utilizando uma taxa de juros aproximada ao rendimento que outro investimento traria (REIS, 2001).

2.4.1 Ponto de equilíbrio

Ao analisar da atividade produtiva, podem-se encontrar diversas condições, dependendo da posição do preço (ou receita média) em relação aos custos, e cada qual sugerindo uma interpretação particular. 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 e longo prazos, à comparação

entre a remuneração obtida pela atividade produtiva e àquela que seria proporcionada por outras alternativas (custo de oportunidade) (REIS, 2001).

Para verificar se as condições sob as quais a empresa opera são atrativas, pode-se determinar o ponto de equilíbrio ou nivelamento (NORONHA, 1987). Esse ponto nasce da conjugação dos custos totais com as receitas totais. Essas demonstrações de custos numa economia de mercado têm uma representação não linear, o que, para uma empresa particular, é certo que isso não ocorra, pois sua receita total é tal preço vezes o número de unidades vendidas, como pode ser visto na Figura 11 (MARTINS, 2001).



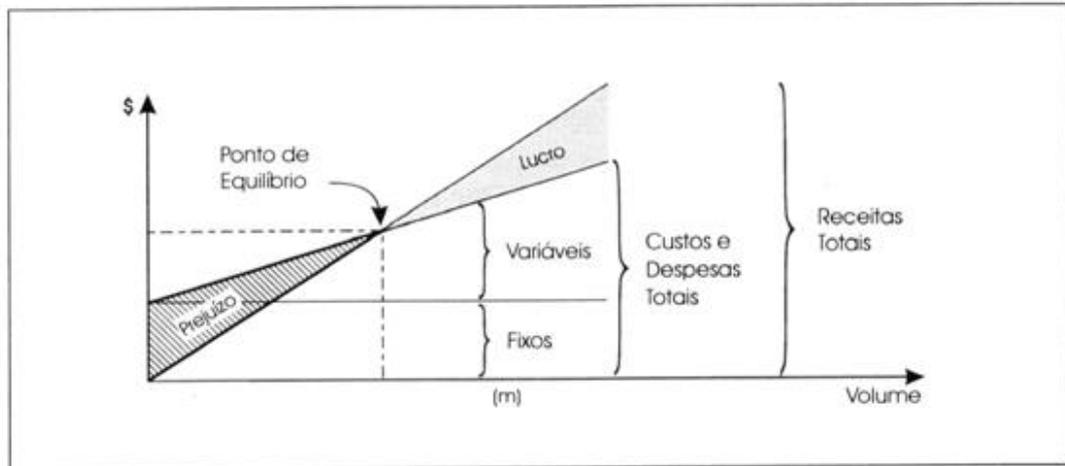
Fonte: Martins (2001)

Figura 11 – Esquema gráfico de representação de custos.

Na Figura 12, pode-se observar o ponto de equilíbrio na intercessão das retas de custos e despesas totais e receitas totais. Até esse ponto ou nível de produção, os gastos da empresa são maiores do que as receitas, ou seja, a empresa encontra-se na faixa do prejuízo; acima desse ponto, entra-se na faixa do lucro. Esse ponto pode ser definido tanto em unidades de produção quanto em moeda corrente.

Outro custo a ser considerado é a depreciação de benfeitorias e equipamentos que, segundo Frizzone (1999), consiste no custo necessário para substituir os bens de capital de longa duração quando estes se tornam inutilizáveis em decorrência do desgaste físico e perdem o valor com o

passar dos anos, devido às inovações tecnológicas e, ou, à capacidade de gerar receitas, devendo ser contabilizada como custo fixo.



Fonte: Martins (2001)

Figura 12 – Ponto de equilíbrio entre custos e receitas de produção.

Os custos operacionais e de manutenção (custos variáveis) compreendem, fundamentalmente, os dispêndios com lubrificantes, mão-de-obra e reparo dos equipamentos e da infra-estrutura utilizada nas operações (MELO, 1993).

A partir de estudos realizados por Reis et al. (2000) sobre custos de produção na região Sul de Minas (Tabela 2), observa-se que o conhecimento gerencial dos custos de produção possibilita o uso mais racional dos fatores produtivos na busca de competitividade e renda.

2.4.2 Fluxo de caixa e critérios de avaliação

Fluxo de caixa são valores monetários que refletem as entradas e saídas dos recursos e produtos por unidade de tempo que formam uma proposta de investimento. O início do projeto de um fluxo de caixa se inicia com base nos dados técnicos oferecidos pela engenharia do projeto. Tanto as quantidades físicas quanto os preços são projeções feitas a partir da data de início da implantação até o final do horizonte do projeto.

Tabela 2 – Percentual dos custos fixos e variáveis da produção de café no Sul de Minas, no período de 98/99

Custos fixos e variáveis	% do custo total
Terra	3,07
Formação de lavoura	7,84
Benfeitorias	0,86
Máquinas e equipamentos	2,52
Calagem	0,01
ITR	0,03
Custos fixos gerais ¹	0,08
Custo alternativo	6,95
Custo fixo total (CFT)	21,36
Mão-de-obra	41,78
Insumos ²	20,26
Despesas complementares ³	12,14
Custo alternativo	4,46
Custo variável total (CVT)	78,64
Custo total (CT)	100,00

¹Balaios, peneiras, ferramentas, enxada, rastelo etc. ²Fertilizantes, fungicidas, inseticidas, herbicidas etc. ³Energia elétrica, combustíveis, manutenção, outros serviços etc.

Fonte: Reis et al. (2000).

Para confecção de um fluxo de caixa é necessário o conhecimento dos fluxos de entrada (receita) e saída (despesas). Quaisquer despesas ou receitas que a propriedade teria de fazer ou receber, na ausência do projeto, são irrelevantes para a formação do fluxo de caixa (NORONHA, 1987). A partir do conhecimento dos custos entradas e saídas (fluxo de caixa), pode-se conhecer o período de recuperação do capital (PRC), ou período de *Payback*. Esse período considera como elemento de decisão o número de anos necessários para que a empresa recupere o capital inicial investido no projeto.

Também é possível, a partir da adoção de uma taxa de desconto, determinar o valor presente líquido (VPL) do projeto. Esses critérios são importantes norteadores da tomada de decisão pelo investidor. Outra alternativa de relevante importância no enfoque da VPL é a taxa interna de retorno (TIR), que determina um valor de taxa de descontos (juros) que iguala o valor presente do fluxo líquido a zero. A TIR representa a taxa de retorno sobre o saldo do capital empatado no projeto durante sua vida útil, enquanto o capital inicial está sendo recuperado (ROSS et al., 2002).

2.3.2 Custos de produção na cafeicultura irrigada

A opção por determinado sistema de irrigação depende da análise das condições específicas da lavoura cafeeira a ser irrigada, sendo na literatura nacional poucas as informações disponíveis acerca de aspectos econômicos da irrigação. Na dúvida por um ou outro sistema de irrigação, devem ser analisados diversos fatores, como as vantagens e desvantagens de cada um e o custo de implantação que, sem dúvida, é um dos fatores que mais afeta a decisão da escolha.

Os custos anuais de irrigação devem incluir todos os custos associados com a compra do equipamento, operação e manutenção do sistema de irrigação. Ao custo do sistema de irrigação devem ser adicionados outros, associados com a produção da cultura irrigada (THOMPSON et al., 1983).

Mantovani (2003), adaptado de Fernandes (2003), mostrou um levantamento detalhado dos custos de implantação dos principais sistemas de irrigação utilizados para cafeeiro, conforme apresentado na Tabela 3.

Bonomo et al. (1999) verificaram a depreciação dos componentes de um sistema de irrigação que é baseada em uma esperada vida útil do elemento. A variabilidade da vida útil esperada de um componente pode ocorrer em razão das diferenças de condições físicas de operação, do nível de reparo, da operação e manutenção praticada e do número total de horas em que o sistema é usado em cada ano.

Os custos anuais com manutenção e reparos correspondem aos gastos para manter o sistema de irrigação em condições adequadas de uso, sendo usual estimá-los como um percentual do investimento inicial no equipamento de irrigação (THOMPSON et al., 1983; KELLER e BLIESNER, 1990). A necessidade de mão-de-obra e o conseqüente custo desta para a irrigação são influenciados, segundo esses mesmos autores, pelas características e grau de automação do sistema usado, pela cultura irrigada, pela quantidade de água aplicada por irrigação e pelo número de irrigações.

Tabela 3 – Custo de implantação dos principais sistemas de irrigação utilizados no cafeeiro em dólares (US\$) e o equivalente em reais (R\$), na proporção de R\$3,02 por US\$1,00

Sistema de irrigação	US\$/ha	R\$/ha
Pivô convencional	909,00	2.745,18
Pivô LEPA	1.136,00	3.430,72
Gotejamento autocompensante adensado	1.818,00	5.490,36
Gotejamento convencional adensado	1.515,00	4.575,30
Gotejamento autocompensante renque	1.258,00	3.799,16
Gotejamento convencional renque	1.045,00	3.155,90
Tripa móvel	364,00	1.099,28
Tripa automatizada	682,00	2.059,64
Aspersão em malha 18 x 18	485,00	1.464,70
Aspersão em malha 36 x 36	515,00	1.555,30

Fonte: Mantovani (2003).

Com relação à participação dos sistemas de irrigação no levantamento dos custos, Mantovani (2003) concluiu que os maiores valores de custos fixos, que incluem a depreciação e manutenção e reparos, estão relacionados com os sistemas por gotejamento, enquanto os menores relacionam-se aos sistemas por tubo perfurado, em razão de serem os que apresentam, respectivamente, os maiores e menores valores de custo inicial de implantação.

Os custos totais apresentam uma tendência de queda com o aumento da área irrigada. Entretanto, ocorre elevação dos custos com o aumento da lâmina de irrigação requerida. Os sistemas por pivô central apresentam os menores custos totais e os por tubo perfurado, os maiores custos totais. O custo com energia, na maioria das vezes, constitui o maior item do custo variável (FRIZZONE et al., 1994; BONOMO et al., 1999). Quanto aos custos variáveis, os sistemas por autopropelido superam os demais nos gastos com energia elétrica, e os sistemas por tubo perfurado apresentaram custos superiores aos demais nos gastos com mão-de-obra (BONOMO et al., 1999).

Na Tabela 4 são apresentados os custos médios de produção de café em áreas de cultivo tradicional e na Tabela 5, os custos médios nas áreas mecanizadas e irrigadas (ANUÁRIO ESTATÍSTICO, 2004). Os Itens de operações são uma síntese de trabalhos como aração, calagem, gradeação, sulcação, plantio, replantio, capina etc.

Tabela 4 – Custos de produção em R\$/ha da lavoura de café tradicional cultivado em Franca, SP

Descrição	Fase improdutiva			Fase produtiva
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
Implantação	755,45	42,30	-----	-----
Manut. e colheita	369,48	1.002,66	2.094,33	2.896,73
Operações	1.124,93	1.044,96	2.094,33	2.896,73
Insumos e materiais	1.998,61	1.424,08	2.078,75	2.063,47
Administração	379,94	379,94	450,36	520,79
Custo total	3.503,00	2.849,00	4.623,00	5.481,00

Fonte: Anuário Estatístico (2004).

Dentre alguns itens que compõem os insumos e material, podem-se citar fertilizantes, defensivos agrícolas, mudas e sacarias. Impostos, energia elétrica, viagens e assistência técnica são contabilizados como despesas administrativas.

Tabela 5 – Custos de produção, em R\$/ha, da lavoura de café irrigado e mecanizado cultivado em Barreiras, BA

Descrição	Fase de formação	Fase Produtiva
	Ano 1 a 18 meses	Anos 3 a 10
Operações mecanizadas	1.741,51	457,09
Operações manuais	1.087,50	120,00
Irrigação	1.608,00	1.608,11
Colheita/benefício	-----	1.355,64
Operações	4.437,12	3.540,84
Insumos e materiais	3.670,82	3.590,30
Administração	696,33	907,60
Custo Total	8.804,00	8.038,00

Fonte: Anuário Estatístico (2004).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, utilizaram-se os dados de produção das três primeiras safras (2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003), pois o experimento foi implantado em janeiro de 1999, o que permitiu a realização dos estudos econômicos nesses anos de cultivo.

3.1. Área experimental e lavoura

O experimento conduzido para avaliar a viabilidade econômica da cafeicultura sob diferentes sistemas de irrigação foi instalado na Fazenda Alexandre Barbosa (Fazenda Escola – UNIUBE, Campus IV), em Uberaba, MG, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude de 19°44'13" S, longitude 47°57'27" W e altitude de 850 m.

De acordo com Ranzani (1969), o clima de Uberaba é classificado pelo método de *Köppen* como Aw, tropical quente úmido, com inverno ameno e seco. A precipitação anual média é de 1.474 mm e a temperatura média anual, 22,6 °C.

O cafeeiro utilizado no experimento foi a cultivar “Catuaí Vermelho” H2077-2-5/144 plantado sobre Argissolo Vermelho-Amarelo, em março de 1998, num espaçamento de 4,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. Para garantir o “pegamento” das plantas, as irrigações foram realizadas desde o seu plantio.

3.2 Sistemas de irrigação

Os sistemas de irrigação utilizados no experimento e as respectivas áreas de abrangências foram:

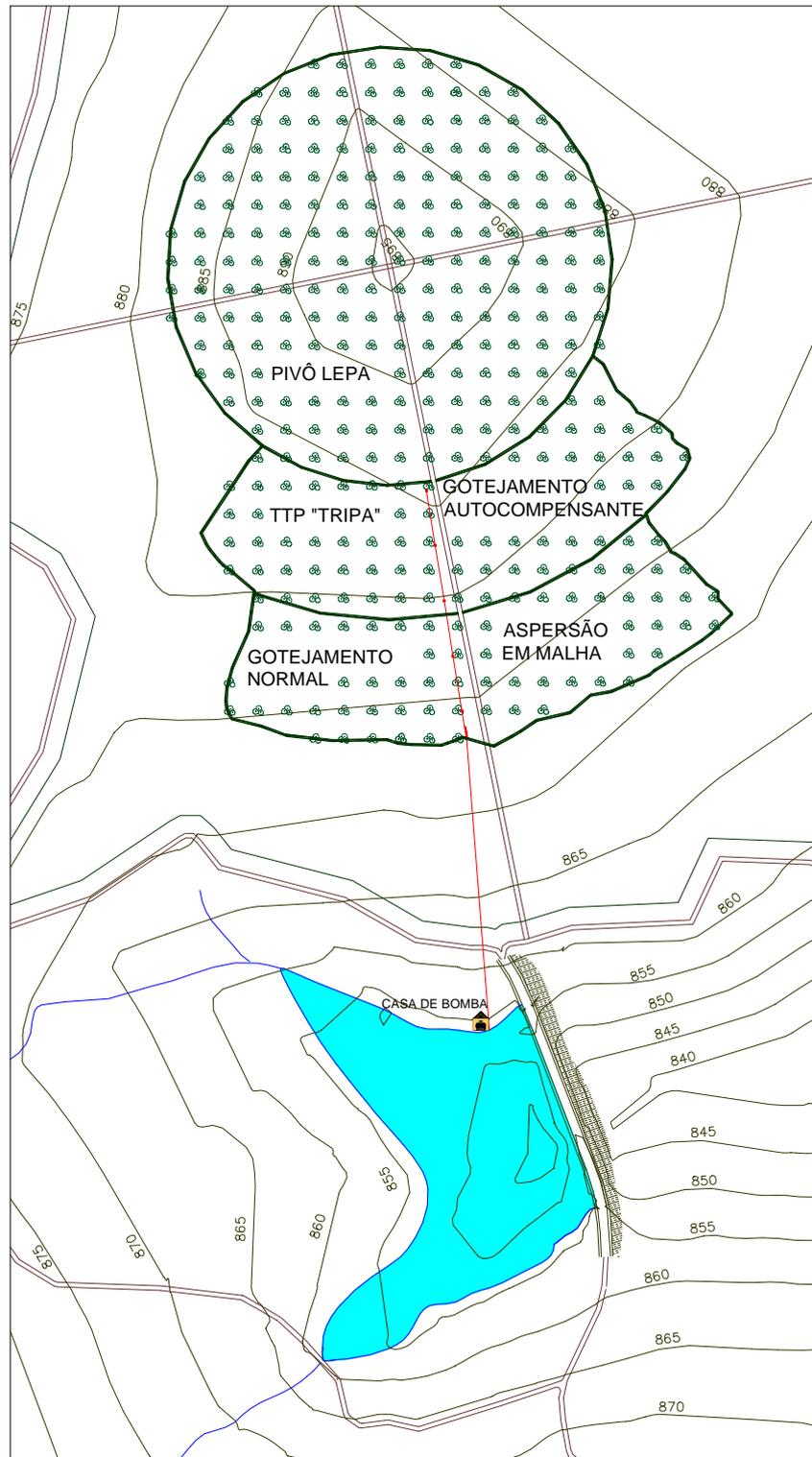
- Pivô central para 12 ha da Marca Valley, equipado com emissores Lepa, com diferentes espaçamentos entre linhas (4,0, 2,0 e 1,0m) e entre plantas (0,5; 0,75; e 1,0 m), de duas variedades: Catuaí 144 e Mundo Novo (neste experimento foram consideradas apenas as plantas com espaçamento de 4,0 m x 0,5 m da variedade Catuaí).
- Gotejamento (2 ha) marca Netafim modelo Tiram ½', com vazão de 2,3 L por hora e espaçamento de 0,75 m entre orifícios.
- Gotejamento autocompensante (1,5 ha) marca Netafim, modelo Ram ½', com vazão de 2,3 L por hora por gotejador e espaçamento de 0,75 m entre orifícios.
- Tubo de plástico perfurado "Tripa" (2 ha) marca Santeno, com orifícios duplos espaçados em 75 cm projetados para vazão de 3,3 L/h.m, a uma pressão de 20 mca.

A área do experimento com o *layout* dos diferentes sistemas de irrigação é apresentada na Figura 13, em que a parte azulada representa a represa que fornece água aos sistemas de irrigação. O resultado da análise da água da represa pode ser visto na Tabela 6.

3.2.1 Lâmina de irrigação

No presente trabalho, as lâminas das irrigações realizadas basearam-se na evapotranspiração de referência (ET_o) estimada pelo método de Penman-Monteith modificado pela FAO (ALLEN, 1998). Para o conhecimento dos dados climáticos, o experimento contou com uma estação meteorológica automática marca µ-metos 300, que registra com frequência horária valores de temperaturas máxima, mínima e média, velocidade do vento, umidade

relativa e saldo de radiação. A evapotranspiração da cultura (Etc) foi estimada conforme a equação 1.



Fonte: Laboratório de Geo-Procesamento (Uniupe)

Figura 13 – Planta planialtimétrica da área experimental.

Tabela 6 – Resultado da análise da água utilizada no experimento

Parâmetros	Unidades	Limites	Resultados
Físico e organolépticos			
Temperatura	°C	-	25
Cor	mg pt/l	75	25
Turbidez	FTU	100	4,3
Sólidos totais	mg/L	-	65
Sólidos voláteis	mg/L	-	44
Sólidos fixos	mg/L	-	21
Sólidos sedimentáveis	mL/L em 60'	-	<1
Sólidos suspensos	mg/L	-	31
Biológicos			
DBO	mg/L	10	2
DQO	mg/L	-	9
Químicos			
PH	PH	6 a 9	8
Condutividade	Mhom	-	80
Oxigênio dissolvido	mg/L	> ou =4	7,2
Fósforo total	mg/L	0,025	0,56
Nitrogênio amídico	mg/L	-	1,20
Nitrogênio amoniacal	mg/L	1	0,70
Ferro total	mg/L	5	0,13
Alcalinidade total	mg/L	-	73
Dureza total	mg/L	-	38
Dureza cálcica	mg/L	-	31
Dureza magnésiana	mg/L	-	7
Bacteriológicos			
Microg. Totais	NMP (colônias/mL)	-	250
Metais pesados			
Chumbo	mg/L	0,05	0,001
Mercúrio	mg/L	0,002	0,001
Arsênio	mg/L	0,05	< 0,001
Cobre	mg/L	0,5	0,451
Cádmio	mg/L	0,01	0,001
Zinco	mg/L	-	0,001

$$ET_c = ET_o K_c \quad (\text{Eq. 1})$$

em que:

ET_c = evapotranspiração da cultura (mm/dia);

ET_o = evapotranspiração de referência (mm/dia); e

K_c = coeficiente de cultura da fase de desenvolvimento
(adimensional).

Os valores dos coeficientes de cultura (K_c) foram os propostos por Santinato et al. (1996) e estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Valores de coeficiente de cultura K_c do cafeeiro

Número de plantas (plantas/ha)	Espaçamento		Valores de K_c do cafeeiro		
	Entrelinhas (m)	Entrecovas (m)	Aduas Idade > 3 anos	Novas 1 < idade < 3 anos	Novas Idade < 1 ano
3.333	> 3 m	entre 0,5 e 1,0 m	1,1	0,9	0,7

Fonte: Santinato et al. (1996).

Para se chegar aos valores da lâmina bruta aplicada na irrigação, além dos valores de evapotranspiração da cultura (ET_c), foram utilizados coeficientes de localização (K_l) e eficiências, para a condição de funcionamento de cada sistema de irrigação: pivô central equipado com emissores Lepa, gotejamento e tubos perfurados “tripa” .

Para obter a lâmina total de irrigação, de acordo com as condições de funcionamento e eficiência de cada sistema, a seguinte equação foi utilizada:

$$L = \frac{ET_c K_l}{E_s} \quad (\text{Eq. 2})$$

em que:

L = lâmina real a ser aplicada (mm/dia);

ET_c = evapotranspiração da cultura (mm/dia);

K_l = coeficiente de localização, que corrige a lâmina de irrigação aplicada quando se utiliza sistema de irrigação localizada. Seu valor médio é de 0,67, mas seu valor pode variar entre 0,6 e 1,0 (adimensional); e

E_s = eficiência do sistema de irrigação (adimensional).

Na Tabela 8 estão apresentados os valores de ET_o e precipitações acumuladas, em que foram baseadas as irrigações realizadas. Foram

utilizados os valores de uniformidade avaliados na instalação dos sistemas como eficiências. Os valores do coeficiente de localização (KI) estiveram constantes e foram baseados apenas na porcentagem de área molhada em cada um dos sistemas.

Tabela 8 – Valores das ETo, precipitação, coeficientes Kc e KI, eficiência dos sistemas e lâmina aplicada

Ano	Sistema	ETo acumulado mm	Precipitação mm	Kc	KI	Eficiência utilizada	Lâmina bruta mm
1	Pivô	1.582,50	965,10	0,70	0,85	0,85	432,18
	TPP	1.582,50	965,10	0,70	0,87	0,85	442,35
	Got. autom.	1.582,50	965,10	0,70	0,67	0,98	295,47
	Got. norm.	1.582,50	965,10	0,70	0,67	0,94	308,04
2	Pivô	1.604,74	987,65	0,85	0,85	0,85	524,53
	TPP	1.604,74	987,65	0,85	0,87	0,85	536,87
	Got. autom.	1.604,74	987,65	0,85	0,67	0,98	358,60
	Got. norm.	1.604,74	987,65	0,85	0,67	0,94	373,86
3	Pivô	1.508,17	941,44	1,00	0,85	0,85	566,73
	TPP	1.508,17	941,44	1,00	0,87	0,85	580,06
	Got. autom.	1.508,17	941,44	1,00	0,67	0,98	387,46
	Got. norm.	1.508,17	941,44	1,00	0,67	0,94	403,95
4	Pivô	1.652,57	995,02	1,10	0,85	0,85	723,31
	TPP	1.652,57	995,02	1,10	0,87	0,85	740,32
	Got. autom.	1.652,57	995,02	1,10	0,67	0,98	494,50
	Got. norm.	1.652,57	995,02	1,10	0,67	0,94	515,55
5	Pivô	1.513,20	935,20	1,10	0,85	0,85	635,80
	TPP	1.513,20	935,20	1,10	0,87	0,85	650,76
	Got. autom.	1.513,20	935,20	1,10	0,67	0,98	434,68
	Got. norm.	1.513,20	935,20	1,10	0,67	0,94	453,18

3.2.2 Análise da irrigação

Nas análises econômicas realizadas neste trabalho, foi verificada a necessidade de avaliar a qualidade da irrigação feita durante o período analisado. O resultado da análise das lâminas foi comparado ao das lâminas reais aplicadas, em que se pôde observar a ocorrência de déficit ou excesso de água nos períodos analisados em cada sistema de irrigação. As análises foram baseadas na coleta de dados em campo, para que se determinasse a uniformidade de aplicação de água (CU), porcentagem da área sombreada ou molhada pelo emissor (KI) e perdas de água por deriva e evaporação (E_{p_a}) nos tratamentos de pivô e TPP.

Para a estimativa da lâmina total que deveria ter sido aplicada para cada tratamento, utilizou-se a equação 2, porém os itens dessa equação foram verificados a partir das equações 3, 4, e 5.

$$Es = CUEp_aEc \quad (\text{Eq. 3})$$

em que:

CU = coeficiente de uniformidade (%);

Ep_a = perdas por evaporação e arraste (%); e

Ec = eficiência de condução (%).

A eficiência de condução foi desprezada devido às excelentes condições de funcionamento dos sistemas.

O coeficiente de uniformidade de aplicação determinado para pivô baseou-se no proposto por Christiansen (1942), conforme é mostrado na equação 4.

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |Li - \bar{L}|}{n\bar{L}} \right) \quad (\text{Eq. 4})$$

em que:

CUC = coeficiente de uniformidade de Christiansen, (%);

\bar{L} = média das lâminas coletadas (mm);

Li = lâmina coletada nos pluviômetros de ordem i , (mm);

$|Li - \bar{L}|$ = valor absoluto dos desvios (mm); e

n = número de observações.

O método de avaliação dos sistemas de gotejamentos e TPP foi o de Merrian e Keller (1973) (equação 5), pelo qual se faz coleta de apenas quatro emissores, em quatro linhas laterais definidas, conforme os seguintes passos: obtenção dos valores da vazão na lateral em quatro pontos diferentes: primeiro emissor, emissor situado a 1/3 do comprimento, o outro situado a 2/3 do comprimento e o último emissor.

$$CUMK = 100 \frac{\overline{q_n}}{q_a} \quad (\text{Eq. 5})$$

em que:

$CUMK$ = coeficiente de uniformidade de Merriam e Keller (%);

$\overline{q_n}$ = menor valor da vazão (ml); e

$\overline{q_a}$ = média das quatro vazões (ml).

As perdas por evaporação e arraste estão diretamente relacionadas aos dados climáticos e foram calculadas pela equação 6.

$$Ep_a = 0,976 + 0,005ET - 0,00017ETo^2 + 0,0012Vv - CI(0,00043ETo + 0,00018Vv + 0,000016EToVv) \quad (\text{Eq. 6})$$

em que:

Vv = velocidade média do vento (m/s); e

CI = coeficiente característico de evaporação e arraste (adimensional).

O coeficiente característico de evaporação (CI) é representado pela equação 7.

$$CI = 0,032P^{1/3}Db^{-1} \quad (\text{Eq. 7})$$

em que:

P = pressão de serviço do emissor (kPa); e

Db = diâmetro do bocal do emissor (mm).

O coeficiente de localização (KI) foi determinado pela equação 8.

$$KI = 0,1\sqrt{Pw} \quad (\text{Eq. 8})$$

em que:

Pw = é a porcentagem de área molhada ou sombreada, prevalecendo a maior delas (%).

Até os 18 meses da cultura prevaleceu a porcentagem de área molhada e, posteriormente, a porcentagem de área sombreada.

3.3 Análise econômica da lavoura irrigada e custos 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) usados no processo produtivo de certa atividade, incluindo-se os respectivos custos alternativos ou de oportunidade, utilizou-se o cálculo da depreciação e dos custos alternativos fixos e variáveis.

3.3.1 Depreciação

A depreciação (D) é o custo necessário para substituir os bens de capital quando tornados inúteis, seja pelo desgaste físico, seja pelo desgaste econômico. O método utilizado foi o linear em que pode ser mensurado pela equação 9.

$$D = \frac{Va - Vr}{Vu} P \quad (\text{Eq. 9})$$

em que:

D = depreciação do período analisado (R\$);

Va = valor atual do recurso (R\$);

Vr = valor residual (o valor de revenda ou valor final do bem, após ser utilizado de forma racional na atividade em R\$);

Vu = vida útil (período em anos que, se bem determinado, é utilizado na atividade); e

P = período considerado (anos).

Para efeito da análise do custo alternativo fixo (CA_{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 equação 10.

$$CA_{fixo} = \frac{V_u - I}{V_u} V_a TjP \quad (\text{Eq. 10})$$

em que:

I = idade média de uso do bem (anos); e

Tj = taxa de juros (decimal).

Quando não se conhecia a idade média de uso do bem, buscou-se simplificar o cálculo do CA_{fixo} , usando a equação 11 na realização deste trabalho.

$$CA_{fixo} = \frac{Va}{2} TjP \quad (\text{Eq. 11})$$

ou seja, considerou-se o CA_{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_{var}), utilizou-se a equação 12:

$$CA_{var} = V_{gasto} TjP \quad (\text{Eq. 12})$$

sendo V_{gasto} o desembolso financeiro realizado pelo produtor para adquirir insumos e serviços necessários para a produção agrícola (SOUZA et al., 2003).

Foi observado que na área experimental de realização deste trabalho existia mais de uma atividade sendo explorada. Portanto, foi realizado o rateio para o cálculo de benfeitorias como casa de colonos e mantendo-se o valor total das demais benfeitorias que servem apenas a atividade cafeeira. Este rateio consiste na distribuição do valor de um recurso fixo nas diferentes atividades agrícolas que são desenvolvidas na empresa agrícola, desde que este recurso não seja específico para a atividade. A forma de rateio utilizada

nessa pesquisa foi a proporcional de participação na receita total para benfeitorias.

3.3.2 Custo fixo

O custo compreendeu a soma de cada recurso fixo à depreciação e o custo de oportunidade do fator produtivo.

3.3.2.1 Terra

Neste trabalho não foi considerada a depreciação da terra, haja vista que se parte da hipótese de que, estando o experimento instalado em um Campus Universitário voltado para pesquisas, adota sistema gerencial de produção e conservação, com manejo de solo adequado, repondo à terra todos os elementos químicos retirados pela planta, através das adubações, e realiza 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 10 sacas de soja/ha.ano, pois este é um dos procedimentos mais utilizados na região do Triângulo Mineiro, onde a produção de grãos tem se intensificado e serve como parâmetro para os produtores rurais, quando vão arrendar a terra. O preço utilizado de um saco de soja foi de R\$ 37,00, equivale a 30,83 reais por ha.mês.

3.3.2.2 Benfeitorias

Foi avaliado o valor correspondente à respectiva depreciação em cinco 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. Para o cálculo da depreciação, considerou-se a vida útil de 25 anos de todas as benfeitorias. O valor total

das benfeitorias que estão ligadas à atividade cafeeira na propriedade foi de R\$150.000,00 em todos os sistemas. O valor das benfeitorias correspondente a cada sistema de irrigação foi de R\$30.000,00. O valor residual considerado das benfeitorias foi de 20% do valor inicial, conforme sugerido pelo Sindicato Rural de Uberaba.

3.3.2.3 Máquinas e implementos

Não foi considerado o custo de aquisição, operação e manutenção de máquinas e implementos, pois se levou em conta o uso das máquinas e implementos em sistema de locação, ficando o locador responsável pela manutenção e depreciação desses equipamentos.

3.3.2.4 Lavoura

Para a formação da lavoura foram considerados custos de operações e insumos, conforme podem ser vistos nas Tabelas A1, A2, A3 e A4 (Apêndices). Adotando ainda a depreciação linear deste item, utiliza-se como vida útil da lavoura o período de 15 anos.

3.3.2.5 Imposto territorial rural (ITR)

Levou-se em conta o valor do imposto, cuja incidência é anual. Na região, a alíquota não tem sido alterada em curto prazo, pois o seu valor foi de R\$0,14 por ha.ano, no período de abrangência desta pesquisa.

3.3.2.6 Sistemas de irrigação

Os custos dos sistemas de irrigação variam muito. Neste trabalho, os custos de implantação desses sistemas são onerosos, tendo em vista a dimensão reduzida da área, por se tratar de parcelas experimentais levando em conta que os custos por área desses sistemas decrescem diretamente com o aumento da área irrigada. Foram adotados valores médios relativos aos encontrados na literatura e Anuários do Café e Agrícola. Levando-se em conta que o sistema de irrigação por pivô central é amplamente utilizado em áreas maiores quando comparado com os outros sistemas, dado seu elevado custo de compra para pequenas áreas, os preços avaliados neste trabalho devem estar equivalentes a uma área de 75 ha para cada tratamento. As

potências instaladas nesses projetos em regiões de cerrado, onde a topografia é menos acidentada, podem ser conhecidas na Tabela 9.

O método de depreciação utilizado nos sistemas de irrigação foi o linear, considerando-se uma vida útil de 15 anos e valor residual de 20% do valor de aquisição. No caso do sistema “Tripa”, além de ser considerada sua depreciação, foi atribuída uma taxa de manutenção anual equivalente a 15% do valor de aquisição do sistema, tendo em vista sua fragilidade ao manuseio, por meio dos colonos no momento dos tratamentos culturais.

Tabela 9 – Potências médias instaladas nos diferentes sistemas de irrigação em uma área de 75 ha

Sistema de irrigação	Potência instalada (cv)
Pivô central (Lepa)	100
Gotejamento autocompensante	75
Gotejamento normal	75
Tubos de plástico perfurado	100

3.3.2.7 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 em cinco anos, obtido da análise dos gastos da fazenda experimental com os itens citados.

3.3.2.8 Custo de oportunidade fixo

O custo alternativo foi calculado à 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.

3.3.3 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 estão citados nos itens a seguir.

3.3.3.1 Mão-de-obra

Os custos com mão-de-obra referem-se à operação do sistema e condução da colheita. Conforme relatou Mendonça (2001), o custo da mão-de-obra para operação do sistema de irrigação é de R\$12,19 por ha.ano. O custo de condução da colheita foi considerado conforme o Anuário Estatístico (2004), que sugere R\$2,70 por saca de 60 L de café cereja colhida, por hectare.

3.3.3.2 Insumos

Correspondem ao gasto com aquisição de fertilizantes químicos, matéria orgânica, defensivos, espalhante adesivo, herbicidas, micronutrientes e calcário no período analisado.

3.3.3.3 Energia elétrica

O custo com energia (CE) foi calculado conforme a equação 13, relatado por Mendonça (2001).

$$CE = V_{kWh} T \frac{736Pot}{1000h} \quad (\text{Eq. 13})$$

em que:

V_{kWh} = valor do kWh, R\$ (R\$0,2219, conforme sugerido pela Companhia Energética de Minas Gerais/CEMIG);

T = tempo total de funcionamento do sistema de irrigação (h);

Pot = potência do conjunto motobomba (CV); e

η = rendimento do conjunto motobomba (decimal).

Foi utilizado o preço do kWh da tarifa convencional rural no estado sem a contratação da demanda de consumo. A contratação da demanda e o

uso de uma tarifa específica não foram desconsiderados nesta pesquisa, adotando-se sempre a situação mais desfavorável economicamente. O rendimento do conjunto motobomba considerado nos cálculos da energia elétrica foi de 75% em todos os tratamentos, levando-se em consideração o valor aproximado dos rendimentos encontrados em projetos desse porte nas propriedades agrícolas. A lâmina líquida de projeto para os tratamentos foi de 6 mm/dia, calculada a partir dos índices máximos de evapotranspiração da cultura na região estudada, com o conjunto motobomba operando 20 horas por dia, considerando a parada no horário de pico.

3.3.3.4 Água

A cobrança pelo uso da água no meio rural ainda não se encontra devidamente regulamentada. Visando à sua inserção nos cálculos, nesta pesquisa se adotou a expressão recomendada por Souza (2001):

$$Da_i = (VBa_i Ta_i + Ac Tf) \times (1 + ICMS) \quad (\text{Eq. 14})$$

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^{-3} ;

Ta_i = tarifa cobrada pelo consumo de água para irrigação, R\$/1.000 m^{-3} ;

Ac = área cultivada e irrigada, ha;

Tf = tarifa fiscal pela demanda, US\$; e

$ICMS$ = Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços.

Segundo aquele mesmo autor, Ta_i é igual a US\$10,00 por 1.000 m^3 de água, Tf é igual a US\$0,10 e $ICMS$ igual a 21,9512% na região estudada (Minas Gerais). Para efetuar a transformação de dólar em real, utilizou-se como referência o último dia útil do mês de maio de 2004 que, segundo o banco de dados do Departamento de Administração e Economia da UFV, foi de R\$3,02 por US\$1,00.

3.3.3.5 Custo alternativo variável

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.

3.4 Análise econômica

A análise econômica deste trabalho foi realizada em duas etapas: análise de custos e receita de um período médio determinando o ponto de equilíbrio em cada tratamento e fluxo de caixa para previsão do período de recuperação do capital (*payback period*), o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR).

Os valores dos custos utilizados na determinação do ponto de equilíbrio de cada sistema foram os valores das despesas da cultura já adulta, considerando-se necessidade máxima de água e insumos, ou seja, a cultura acima de 5 anos de idade. As produtividades adotadas foram as médias das três safras já produzidas: 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003.

O valor do custo de implantação da lavoura foi dividido pela sua vida útil sendo utilizado nos cálculos do ponto de equilíbrio apenas o valor correspondente a um ano de operação.

Para a determinação do ponto de equilíbrio que fica imediatamente localizado na intersecção das curvas de receitas e custos totais, foi adotada a seguinte equação:

$$Pe = \frac{Cf}{\$A - \frac{Cv}{prod}} \quad (\text{Eq. 15})$$

em que:

- Pe = ponto de equilíbrio (sacas/ha);
- Cf = custo fixo (R\$);
- $\$$ = preço da saca (R\$/saca);
- A = área cultivada (ha);

C_v = custo variável (R\$); e
 $Prod_t$ = produtividade (sacas/ha).

O fluxo de caixa foi realizado até o ano de 2003, que é o 5^o ano de cultivo da lavoura. A partir desse ano foram simulados os dados de custos com base nos valores dos dois últimos anos, alternando-se sucessivamente até o 15^o ano, que é o período considerado como vida útil da lavoura. A simulação da receita foi realizada da mesma forma, porém utilizando os dados das duas maiores safras, respeitando-se a característica da biennialidade. Com a confecção do fluxo de caixa foi possível determinar o valor presente líquido (equação 16) e a taxa interna de retorno (equação 15) para cada tratamento.

$$VPL = \sum_{t=0}^T \frac{L_t}{(1+r)^t} \quad (\text{Eq. 16})$$

em que:

L_t = fluxo líquido do fluxo de caixa (R\$);
 r = taxa de descontos (juros) (decimal); e
 t = período do fluxo de caixa (1, 2, ..., t).

A TIR (Taxa Interna de Retorno) é calculada seguindo a equação 17.

$$\sum_{t=0}^T \frac{L_t}{(1+r^*)^t} = 0 \quad (\text{Eq. 17})$$

em que:

r^* = taxa interna de retorno (decimal).

Como a TIR é calculada por r^* , então para uma taxa de descontos igual à TIR o VPL será igual a zero. Nesse caso, o investidor apenas recuperará o capital investido no projeto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produtividades

As produtividades dos quatro tratamentos nos três anos de safra estão apresentadas na Tabela 10, em que se observa uma maior produtividade no tratamento que foi irrigado com gotejamento autocompensante, seguido pelo pivô, gotejamento convencional e TPP com as menores produtividades. Observa-se também que os valores médios são bastante próximos e existe uma variabilidade interanual importante. Na Tabela 10 não existem dados de produção de testemunha (cultura de sequeiro), pois estes morreram sumariamente após a primeira estiagem.

Tabela 10 – Produtividades alcançadas pelos diferentes sistemas de irrigação nos três primeiros anos de safra

Sistema de irrigação	Produtividade -Sacac/ha				
	2001	2002	2003	Médias	Total
Gotejo autocompensante	28,9	41,9	94,4	55,1	165,2
Gotejo convencional	66,8	51,4	38,9	52,3	157,0
TPP	49,2	26,8	71,7	49,2	147,6
Pivô central	51,7	63,2	48,2	54,3	163,0

4.2 Avaliação da irrigação

Os sistemas de irrigação foram avaliados, determinado-se as lâminas de irrigação aplicadas e os valores que deveriam ter sido aplicados (lâminas estimadas) considerando um manejo e operação adequados (Tabela 11). Observa-se, nessa tabela, uma diferença negativa em todos os tratamentos nos anos de cultivos 3, 4 e 5 e com pivô e TPP no primeiro e segundo anos, implicando o fato de que as irrigações foram deficientes, principalmente nos três últimos anos de cultivos (anos de safra). Pôde-se observar que nos tratamentos irrigados pelos sistemas de gotejamento houve aumento do déficit hídrico, acentuando-se com o desenvolvimento da cultura. Entretanto, mesmo os tratamentos de irrigação por gotejamento apresentando lâminas de irrigação deficitária crescentes, os níveis de déficit hídrico são menores do que aqueles encontrados nos tratamentos irrigados por pivô central e TPP.

Uma das causas da baixa produtividade observada no tratamento irrigado por “TPP” pode ser atribuída às irrigações deficientes, como mostrado na análise da irrigação nos primeiros anos de cultivo (período de formação da lavoura), que representaram, nos anos 1, 2 e 3, 370 mm de lâmina de irrigação, que deveria ter sido aplicada na cultura no decorrer desse período. Em contrapartida, o tratamento irrigado com gotejamento autocompensante obteve as maiores produtividades e os menores níveis de déficit hídrico nos primeiros anos de cultivo.

As diferenças encontradas entre as lâminas aplicadas e estimadas se devem às diferenças nos valores de KI e às eficiências dos sistemas de irrigação (Tabela 11). Os valores de KI utilizados na obtenção das lâminas estimadas foram determinados utilizando-se as porcentagens de área molhada ou sombreada, adotando-se sempre o maior valor. O KI utilizado nos cálculos das irrigações que já foram realizadas permaneceu constante, pois foi usada apenas a porcentagem das áreas molhadas em cada sistema de irrigação. Como houve um aumento da área sombreada com o crescimento da cultura, o valor de KI elevou-se, diferindo do valor constante empregado nos cálculos das irrigações realizadas.

Tabela 11 – Comparação entre as lâminas aplicadas e as lâminas propostas a partir da análise da irrigação

Ano	Sistema	Lâmina aplic. (mm)		Diferença (mm)
		A	B	A-B
1	Pivô	432,18	501,55	-69,37
	TPP	442,35	547,66	-105,31
	Got. autom.	295,47	244,17	51,30
	Got. norm	308,04	251,27	56,78
2	Pivô	524,53	602,64	-78,12
	TPP	536,87	664,68	-127,81
	Got. autom.	358,60	350,64	7,97
	Got. norm	373,86	360,83	13,03
3	Pivô	566,73	651,13	-84,40
	TPP	580,06	718,16	-138,09
	Got. autom.	387,46	429,58	-42,12
	Got. norm	403,95	442,06	-38,12
4	Pivô	723,31	831,02	-107,72
	TPP	740,32	916,57	-176,25
	Got. autom.	494,50	577,91	-83,41
	Got. norm	515,55	594,71	-79,17
5	Pivô	635,80	730,49	-94,69
	TPP	650,76	805,69	-154,93
	Got. autom.	434,68	508,00	-73,32
	Got. norm	453,18	522,77	-69,59

As eficiências estimadas neste trabalho foram inferiores às utilizadas durante o experimento. Esses valores elevados se devem ao fato de que as eficiências admitidas no manejo da irrigação basearam-se apenas na uniformidade de aplicação medida na instalação dos sistemas. Nos tratamentos de pivô central e TPP, o volume de água perdida por deriva e evaporação representou 0,5% do volume total aplicado. Essas perdas foram determinadas, mesmo representando uma parte muito pequena no cálculo da eficiência. As diferenças nos valores de KI e de eficiência podem ser vistas na Tabela 12. O aumento do KI a partir do crescimento vegetativo do cafeeiro explica o crescimento do déficit hídrico observado ao longo dos anos de cultivo do cafezal sob esses sistemas de irrigação.

4.3 Análise econômica

Os custos relacionados à implantação da cultura referentes ao cultivo das mudas e implantação do cafeeiro, tanto de insumos e equipamentos quanto de operações e serviços, foram os mesmos em todos os sistemas e

podem ser visualizados na Tabela 13, obtidos no banco de dados da Fazenda-Escola. A descrição mais detalhada dos recursos e insumos utilizados nesta operação pode ser verificado nas Tabelas A1, A2, A3 e A4 (Apêndice).

Tabela 12 – Valores de eficiência e KI usados no manejo de irrigação e determinados a partir das análises de campo

Ano	Sistema	Utilizados		Analisados			
		KI	Eficiencia (dec.)	Cuc (%)	Epa(dec.)	Eficiência (%)	KI
1	Pivô	0,85	0,85	75	0,995	74,63	0,87
	TPP	0,87	0,85	68	0,995	67,66	0,87
	Got. autom.	0,67	0,98	78	-	88,50	0,50
	Got. norm.	0,67	0,94	72	-	86,00	0,50
2	Pivô	0,85	0,85	75	0,995	74,63	0,87
	TPP	0,87	0,85	68	0,995	67,66	0,87
	Got. autom.	0,67	0,98	78	-	88,50	0,59
	Got. norm.	0,67	0,94	72	-	86,00	0,59
3	Pivô	0,85	0,85	75	0,995	74,63	0,87
	TPP	0,87	0,85	68	0,995	67,66	0,87
	Got. autom.	0,67	0,98	78	-	88,50	0,67
	Got. norm.	0,67	0,94	72	-	86,00	0,67
4	Pivô	0,85	0,85	75	0,995	74,63	0,87
	TPP	0,87	0,85	68	0,995	67,66	0,87
	Got. autom.	0,67	0,98	78	-	88,50	0,71
	Got. norm.	0,67	0,94	72	-	86,00	0,71
5	Pivô	0,85	0,85	75	0,995	74,63	0,87
	TPP	0,87	0,85	68	0,995	67,66	0,87
	Got. autom.	0,67	0,98	78	-	88,50	0,71
	Got. norm.	0,67	0,94	72	-	86,00	0,71

Tabela 13 – Custos de insumos, equipamentos, operações e serviços gerais para cultivo de mudas e implantação da cultura do café

Item	Subitem	R\$/ha
Mudas	Insumos e equipamentos	220,66
	Operações e serviços	231,69
implantação	Insumos e equipamentos	923,69
	Operações e serviços	718,28
Total		2.094,32

A receita de cada tratamento equivalente a uma área cultivada de 75 ha (Tabela 14) foi baseada entre o produto da produtividade média dos anos de safra e o preço da saca de café médio dos últimos cinco anos que, segundo o Anuário Estatístico (2004), foi de R\$201,00.

As produtividades, assim como as receitas geradas pelo cafeeiro em cada sistema de irrigação, decresceram (Tabela 14) proporcionalmente com o volume da lâmina deficitária no período de maturação da lavoura (três primeiros anos de cultivo) (Tabela 11).

Tabela 14 – Receita em reais dos diferentes sistemas de irrigação de uma área de 75 ha

Sistemas	Receita (R\$)
Pivô com emissores Lepa	818.572,50
Gotejamento automatizado	830.632,50
Gotejamento convencional.	788.422,50
Tubos de plástico perfurados	741.690,00

O levantamento dos custos de produção do café no sistema pivô central equipado com emissores Lepa está apresentado nas Tabelas 15 e 16. Na Tabela 15 podem ser observados preços totais de itens como implantação do sistema de irrigação e da lavoura, assim como seu valor por unidade de área e depreciação ao longo dos anos de cultivo. Na Tabela 16 são mostrados os valores da composição dos custos fixos e variáveis e a participação de cada item no custo total.

Tabela 15 – Preços que compõem o orçamento de produção do café no pivô central

Sistema:	Pivô Lepa	75 ha	Total / ha	Total (R\$)
Preço do sistema de irrigação			3.430,72 R\$/ha	257.304,00
			Depreciação no período de 1 ano	13.722,88
Custo de implantação da lavoura			2.094,32 R\$/ha	157.074,00
			Depreciação no período de 1 ano	8.377,28
Administração			374,14 R\$/ha	28.060,50
ITR			0,14 R\$/ha	10,50
Aluguel			369,96 R\$/ha.ano	27.747,00
Saca beneficiada			201,00 R\$/sac	
Insumos			2.222,29 R\$/ha	166.671,75
Serviços			3.622,41 R\$/ha	271.680,90

O ponto de equilíbrio encontrado a partir da intersecção das retas de custos totais e receita na Figura 14 aponta uma produtividade mínima de 15

sacas por hectare no tratamento com pivô central, para que se paguem as despesas do custo de produção, levando-se em conta a saca de café a um preço médio de R\$201,00. Essa análise é importante para o produtor, no sentido de orientá-lo para identificar a produtividade mínima exigida da cultura, mantidos o nível de preço de venda e os custos de produção, a partir do que as receitas superam os custos totais de produção.

Tabela 16 – Composição dos custos fixos, variáveis e total da produção de café utilizando pivô central com emissores Lepa

Item	Valor (R\$)	Participação no custo total (%)
Custo fixo		
Aluguel da terra	27.747,00	4,7
Depreciação da benfeitoria	1.200,00	0,2
Custo de implantação lavoura dividido em anos úteis	8.377,28	1,4
Sistema de irrigação	13.722,88	2,3
Administrativo	28.060,50	4,8
ITR	10,50	0,0
Custo alternativo	9.494,18	1,6
Total fixo	88.612,34	15,1
Custo variável		
Insumos	166.671,75	28,4
Serviços e operações	271.680,90	46,3
Energia Elétrica	4.439,34	0,8
Água	1.486,25	0,3
Custo alternativo	53.313,39	9,1
Total variável	497.591,63	84,9
Custo Total	586.203,97	100,0

O levantamento dos custos de produção do café no sistema de irrigação de gotejamento autocompensante está representado nas Tabelas 17 e 18.

Na Figura 15, mostra-se o ponto de equilíbrio de 14,4 sacas de café por hectare no tratamento de gotejamento autocompensante. O ponto de equilíbrio desse tratamento foi o menor entre todos os outros, valor esse atribuído à maior produtividade do cafeeiro sob esse sistema de irrigação. Isso implica que, sendo o sistema de irrigação por gotejamento o que apresenta maior custo de implantação, a produtividade da lavoura permite atingir receitas mais elevadas, superando os custos de produção incorridos, mantido o nível de preços e custos, além das condições técnicas de manejo da irrigação, considerados nesta pesquisa.

O levantamento dos custos de produção do café no sistema de irrigação por gotejamento convencional está apresentado nas Tabelas 19 e 20.

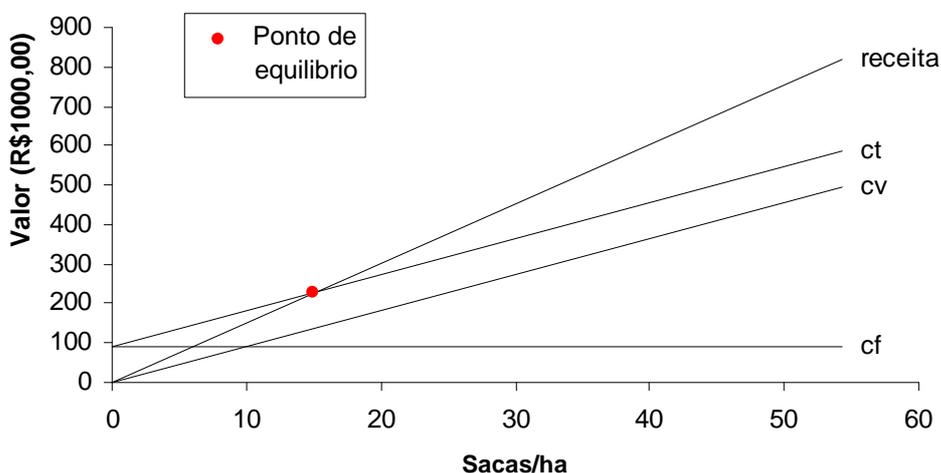


Figura 14 – Custo total (ct), custo variável (cv), custo fixo (cf), receita e ponto de equilíbrio do sistema de pivô central equipado com emissores Lepa.

Tabela 17 – Preços que compõem o orçamento de produção do café no gotejamento autocompensante

Sistema: gotej. autocomp.	75 ha	Total / ha	Total (R\$)
Preço do sistema de irrigação		3.799,16 R\$/ha	284.937,00
Depreciação no período de 1 ano			15.196,64
Custo de implantação da lavoura		2.094,32 R\$/ha	157.074,00
Depreciação no período de 1 ano			8.377,28
Administração		374,14 R\$/ha	28.060,50
ITR		0,14 R\$/ha	10,50
Aluguel		369,96 R\$/ha.ano	27.747,00
Saca beneficiada		201,00 R\$/sac	
Insumos		2.213,54 R\$/ha	166.015,50
Serviços		3.519,40 R\$/ha	263.955,00

A cobrança pelo uso da água ainda não está em vigor, mas representará um aumento pouco significativo na composição do custo de produção da cafeicultura irrigada (considerando a tarifa com valor de U\$ 10/1.000 m³ de água para irrigação). As tarifas cobradas pelo uso da água não ultrapassaram 0,3% de participação nos custos totais de produção em qualquer sistema de irrigação analisado, chegando a 0,2% nos sistemas de

irrigações por gotejamento (autocompensante e convencional). Mesmo apresentando valores de eficiências considerados baixos em termos de irrigação localizada, os gotejamentos apresentaram menor consumo de água e energia elétrica em vista dos sistemas de pivô central e tubos de plástico perfurados.

Tabela 18 – Composição dos custos fixos, variáveis e total da produção de café utilizando o gotejamento autocompensante

Item	Valor (R\$)	Participação no custo total (%)
Custo fixo		
aluguel da terra	27.747,00	4,8
Depreciação da benfeitoria	1.200,00	0,2
custo de implantação lavoura dividido em anos úteis	8.377,28	1,5
Sistema de irrigação	15.196,64	2,6
Administrativo	28.060,50	4,9
ITR	10,50	0,0
custo alternativo	9.671,03	1,7
Total fixo	90.262,95	15,7
Custo variável		
insumos	166.015,50	28,8
serviços e operações	263.955,00	45,9
Energia Elétrica	2.276,29	0,4
Água	1.016,11	0,2
Custo alternativo	51.991,55	9,0
Total variável	485.254,45	84,3
Custo Total	575.517,40	100,0

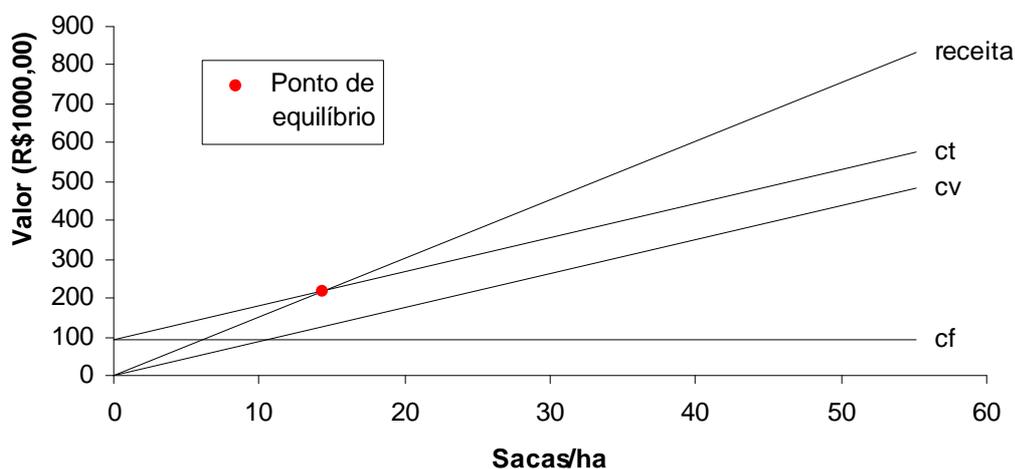


Figura 15 – Custo total (ct), custo variável (cv), custo fixo (cf), receita e ponto de equilíbrio para o sistema gotejamento autocompensante.

A análise do impacto da cobrança do uso da água nos custos de produção na cafeicultura irrigada deve ser vista de forma mais profunda

antes de conclusões definitivas, e é importante considerar que o cafeicultor se encontra bastante penalizado por inúmeros problemas no sistema de produção nos últimos anos.

Tabela 19 – Preços que compõem o orçamento de produção do café no gotejamento convencional

Sistema: Gotejamento normal 75 ha	Total / ha	Total (R\$)
Preço do sistema de irrigação	3.155,90 R\$/ha	236.692,50
Depreciação no período de 1 ano		12.623,60
Custo de implantação da lavoura	2.094,32 R\$/ha	157.074,00
Depreciação no período de 1 ano		8.377,28
Administração	374,14 R\$/ha	28.060,50
ITR	0,14 R\$/ha	10,50
Aluguel	369,96 R\$/ha.ano	27.747,00
Saca beneficiada	201,00 R\$/sac	
Insumos	2.222,29 R\$/ha	267.990,75
Serviços	3.573,21 R\$/ha	166.671,75

O levantamento dos custos de produção do café no sistema de irrigação de tubos de plástico perfurados “TPP” estão apresentados nas Tabelas 21 e 22.

Percebe-se, pelos dados apresentados, que os custos fixos representam 15% do custo final da produção do café, enquanto o custo variável, 85% da média geral dos diferentes sistemas de irrigação. O sistema de irrigação TPP apresentou o menor valor percentual de custos fixos entre os demais sistemas, pois este possui o menor custo de implantação, estando este contabilizado como depreciação do sistema de irrigação, fazendo parte dos cálculos que compõem o custo fixo. O item de maior participação na composição dos custos em todos os tratamentos foram as operações mecanizadas e serviços. Este item se apresentou maior no tratamento do cafeeiro sob irrigação por tubos de plástico perfurados (TPP), o que pode ser justificado por ser o único dos tratamentos em que não foi realizada a prática da fertirrigação (aplicação de fertilizantes via água de irrigação). Tal prática substitui o uso de máquinas e implementos em operações de adubação.

Como o ITR foi um custo fixo que teve participação muito baixa na produção total em todos os tratamentos, ele foi numericamente representado por zero, podendo ser considerado nulo.

Tabela 20 – Composição dos custos fixo, variável e total da produção de café utilizando gotejamento convencional

Item	Valor (R\$)	Participação no custo total (%)
Custo fixo		
aluguel da terra	27.747,00	4,8
Depreciação da benfeitoria	1.200,00	0,2
custo de implantação lavoura dividido em anos úteis	8.377,28	1,4
Sistema de irrigação	12.623,60	2,2
Administrativo	28.060,50	4,9
ITR	10,50	0,0
custo alternativo	9.362,27	1,6
Total fixo	87.381,15	15,1
Custo variável		
insumos	166.671,75	28,8
serviços e operações	267.990,75	46,4
Energia Elétrica	2.373,16	0,4
Água	1.059,35	0,2
Custo alternativo	52.571,40	9,1
Total variável	490.666,41	84,9
Custo Total	578.047,55	100,0

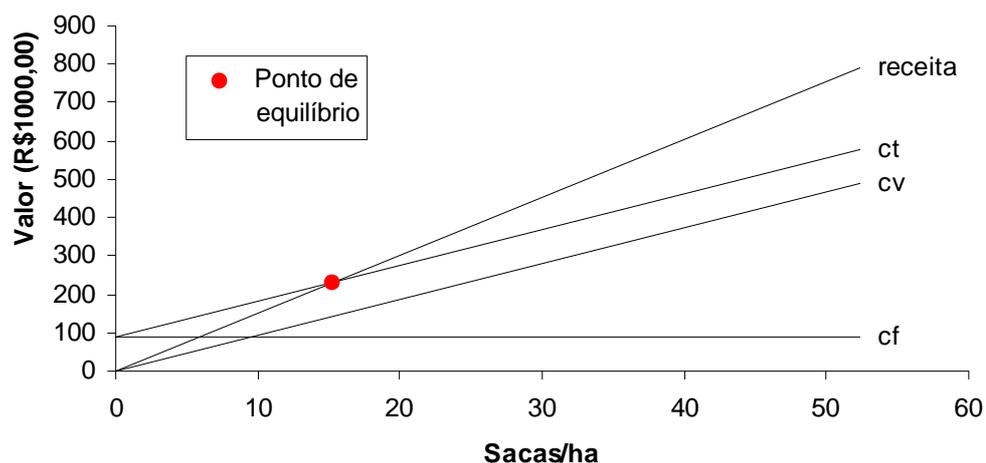


Figura 16 – Custo total (ct), custo variável (cv), custo fixo (cf), receita e ponto de equilíbrio do sistema de gotejamento convencional.

O ponto de equilíbrio entre custos e receita do tratamento de tubos de plástico perfurados foi de 19 sacas por hectare, sendo o maior valor entre os tratamentos analisados. A causa desse valor deve-se à baixa produtividade apresentada pelo cafeeiro cultivado sob esse sistema de irrigação, que também apresentou um elevado nível de déficit hídrico desde a fase de formação da lavoura, conforme discutido anteriormente.

Tabela 21 – Preços que compõem o orçamento de produção do café no tubo de plástico perfurado “TPP”

Sistema: TTP - Tripa	75 ha	Total / ha	Total (R\$)
Preço do sistema de irrigação		2.059,64 R\$/ha	154473,00
Depreciação no período de 1 ano			8238,56
Custo de implantação da lavoura		2.094,32 R\$/ha	157074,00
Depreciação no período de 1 ano			8377,28
Administração		374,14 R\$/ha	28060,50
ITR		0,14 R\$/ha	10,50
Aluguel		369,96 R\$/ha.ano	27747,00
Saca beneficiada		201,00 R\$/sac	
Insumos		2.222,29 R\$/ha	166671,75
Serviços		3.981,86 R\$/ha	298639,50

Tabela 22 – Composição dos custos fixo, variável e total da produção de café utilizando tubos de plástico perfurados “TPP”

Item	Valor (R\$)	Participação no custo total (%)
custo fixo		
aluguel da terra	27.747,00	4,5
Depreciação da benfeitoria	1.200,00	0,2
custo de implantação lavoura dividido em anos úteis	8.377,28	1,4
Sistema de irrigação	8.238,56	1,3
Administrativo	28.060,50	4,6
ITR	10,50	0,0
custo alternativo	8.836,06	1,4
total fixo	82.469,90	13,5
custo variável		
insumos	166.671,75	27,3
serviços e operações	298.639,50	48,9
Energia Elétrica	4.543,79	0,7
Água	1.521,22	0,2
Custo alternativo	56.565,15	9,3
Total variável	527.941,42	86,5
Custo Total	610.411,32	100,0

Ao analisar as Figuras 14, 15, 16 e 17, observou-se que em todos os tratamentos o cultivo do café irrigado foi rentável, apresentando sempre receitas superiores aos custos totais, mesmo todos eles com déficits hídricos.

Os volumes mínimos de produção em sacas por hectare, para que se cubram os custos totais de produção de cada sistema de irrigação (ponto de equilíbrio), podem ser vistos na Tabela 23. Ainda é possível observar nessa tabela que, nas condições em que se realizou esta pesquisa, considerando a manutenção do preço médio de venda e dos custos de produção, o sistema mais rentável foi o de gotejamento autocompensante, no qual, a partir de 14,4 sc/ha produzidas, as receitas já superam os custos totais de produção. Nas mesmas condições, o sistema menos rentável foi o de tubos perfurados, no qual são necessárias 19 sc/ha para que as receitas passem a superar os custos de produção. Em posição intermediária, apareceram os sistemas de pivô central (15 sc/ha) e gotejamento convencional (15,35 sc/ha).

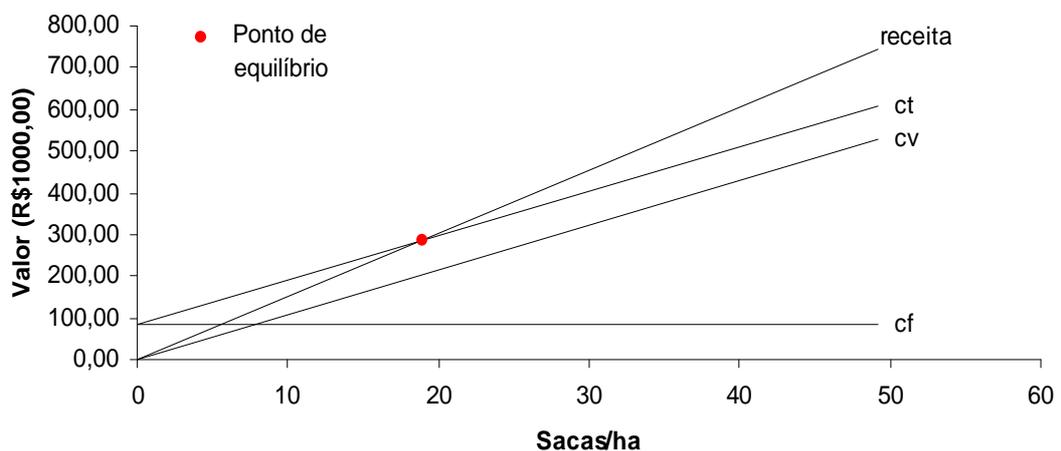


Figura 17 – Custo total (ct), custo variável (cv), custo fixo (cf), receita e ponto de equilíbrio do sistema de tubos de plástico perfurados “TPP”.

As análises de fluxo de caixa possibilitaram a determinação do período de *Payback* ou tempo de retorno do capital investido. O tratamento que utilizou como sistema de irrigação tubos de plástico perfurados apresentou o tempo de retorno do capital investido de 5,48 anos, ou seja, como no cultivo do cafeeiro as produções se dão em períodos anuais, o produtor só recuperará seu investimento no 6º ano da atividade. Os demais tratamentos apresentaram o período de recuperação de capital de cinco anos, com a

ressalva de que a atividade cafeeira irrigada por gotejamento convencional concluiu o 5º ano de cultivo com o maior volume de capital em caixa.

Na Tabela 25, observa-se que o valor presente líquido do gotejamento autocompensante indica que o volume atingido pelo capital investido nesse sistema para cafeicultura foi o melhor entre os sistemas analisados. Porém, isso não implica que o capital investido na cafeicultura irrigada por gotejamento autocompensante terá melhor remuneração. O VPL do capital investido no sistema de irrigação por gotejamento autocompensante apenas apresentou-se superior ao gotejamento convencional, pois o capital investido na implantação da cultura do cafeeiro sob esse primeiro sistema foi o maior (Tabela 26).

Tabela 23 – Ponto de equilíbrio em sacas beneficiadas de café por hectare dos diferentes sistemas de irrigação

Sistemas	Ponto de equilíbrio (sc/ha)	Produtividade média(sc/ha)
Pivô central	14,99	54,3
TPP	18,98	49,2
Gotejamento autocompensante	14,40	55,1
Gotejamento convencional	15,35	52,3

Tabela 24 – Participação dos itens de custos fixos e variáveis na composição do orçamento dos diferentes sistemas de irrigação

Sistema de irrigação	% do custo total			
	Pivo	Tripa	Got. Aut	Got. Conv.
Custo Fixo				
aluguel da terra	4,74	4,48	4,82	4,80
Depreciação da benfeitoria	0,20	0,19	0,21	0,21
custo de impl lavoura/anos úteis	1,43	1,35	1,46	1,45
Sistema de irrigação	2,34	2,58	2,64	2,18
Administrativo	4,79	4,53	4,87	4,85
ITR	0,00	0,00	0,00	0,00
custo alternativo	1,62	1,58	1,68	1,62
total fixo	15,14	14,72	15,68	15,12
custo variável				
insumos	28,47	26,92	28,84	28,84
serviços e operações	46,40	48,24	45,86	46,36
Energia Elétrica	0,67	0,73	0,41	0,41
Água	0,23	0,25	0,18	0,18
Custo alternativo	9,09	9,14	9,03	9,09
Total variável	84,86	85,28	84,32	84,88
Custo Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Considerando que a taxa *Selic* é de 16% a.a. atualmente e que as expectativas do mercado financeiro são de que as taxas de juros caiam neste e no próximo ano, os valores das TIRs apresentados pelos diferentes sistemas de irrigação demonstram que a cafeicultura irrigada pode proporcionar retornos atrativos para o produtor. Dos sistemas analisados, o maior retorno foi do gotejamento convencional, que apresentou uma TIR de 23%, seguido pelo sistema de gotejamento autocompensante (21%) e pivô central (18%). A menor TIR foi apresentada pelo sistema TPP (15%), que se mostrou bem próxima daquela considerada como a taxa de descontos praticada pelo mercado financeiro, que é de 12% a.a. Esses índices colocam o produtor que optar pelo sistema de irrigação por gotejamento convencional em uma situação mais confortável quanto às oscilações da taxa de juros do mercado financeiro.

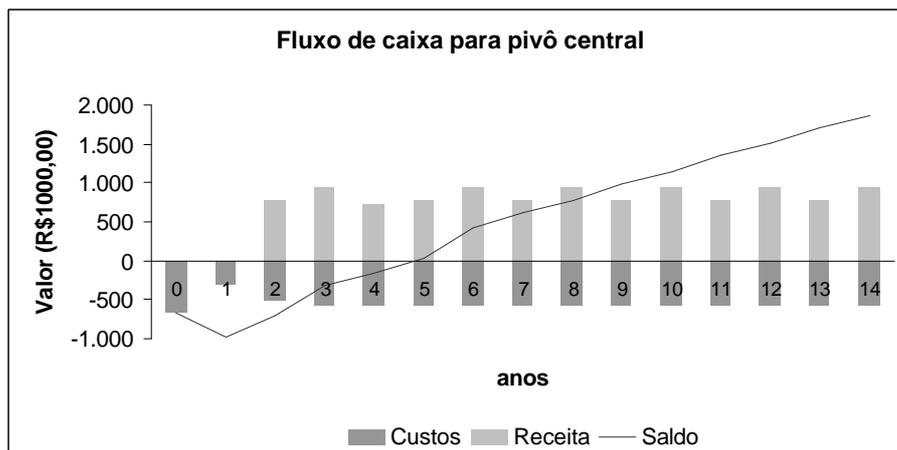


Figura 18 – Fluxo de caixa com estimativa para 15 anos de cultivo com pivô central com emissores Lepa.

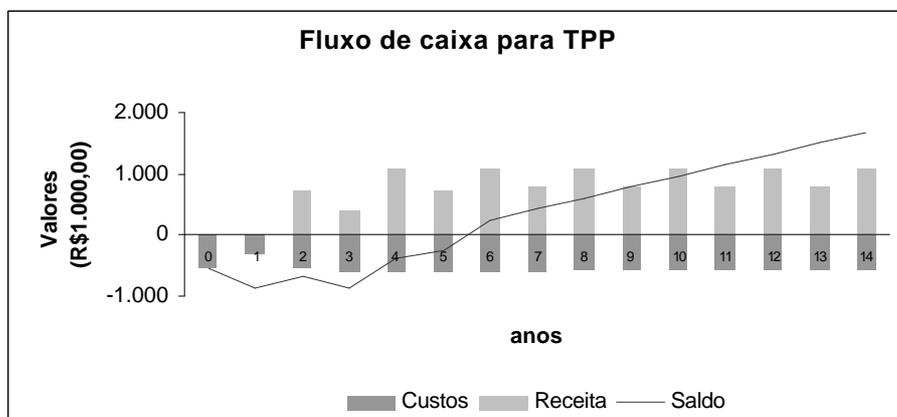


Figura 19 – Fluxo de caixa com estimativa de 15 anos de cultivo com tubos de plástico perfurados.

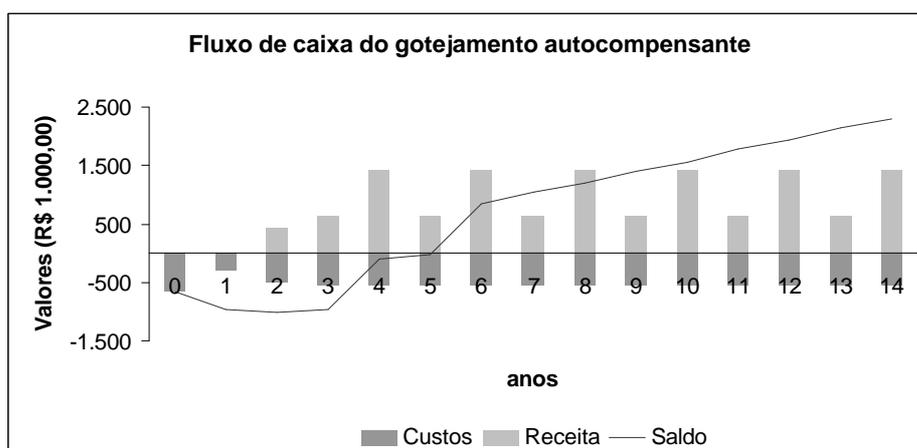


Figura 20 – Fluxo de caixa com estimativa de 15 anos de cultivo com gotejamento autocompensante.

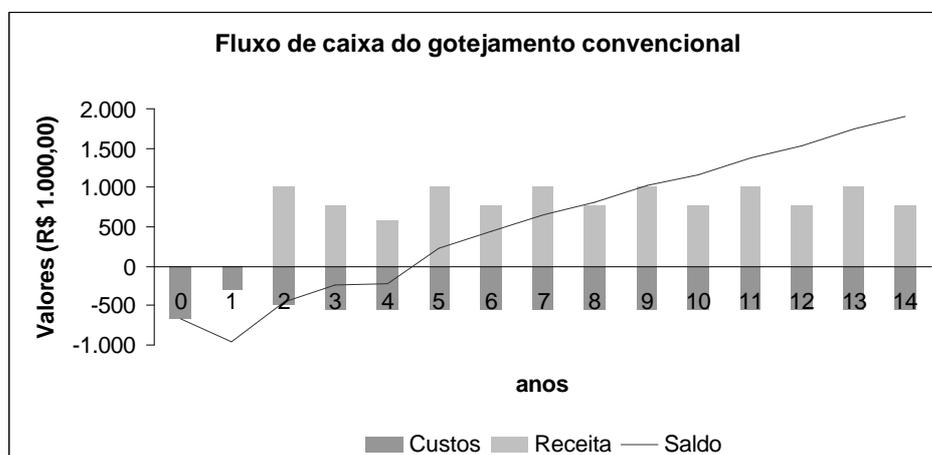


Figura 21 – Fluxo de caixa com estimativa de 15 anos de cultivo com gotejamento convencional.

Tabela 25 – Período de *Payback*, taxa interna de retorno (TIR) e valor presente líquido (VPL) de uma simulação de 15 anos de cultivo de café sob diferentes sistemas de irrigação

Sistemas	TIR (%)	VPL (R\$)	Payback (anos)
Pivô central	18	1.438.999,65	4,82
TPP	15	564.990,03	5,48
Gotejamento autocompensante	21	2.936.598,34	5,05
Gotejamento convencional	23	2.557.212,57	4,42

Tabela 26 – Investimento para implantação da lavoura cafeeira de 75 ha com quatro sistemas de irrigação

Sistema de irrigação	investimento (R\$)
Pivô central	671.160,27
TPP	556.093,31
Gotj. Autocomp.	700.173,77
Gotj. Conv.	646.245,23

Embora não isentos de críticas, os critérios de avaliação econômica fornecem importantes indicadores para a análise de produção sob sistemas de irrigação. O ponto de nivelamento, ou ponto de equilíbrio, mostra-se como ferramenta de auxílio de curto prazo se levado em conta o horizonte do projeto. A determinação desse parâmetro, dentre outras vantagens, demonstra ao produtor se no momento atual seria mais lucrativo vender a produção ou armazená-la, à espera de alta nos preços do mercado ou, mesmo, do reconhecimento da segurança com a qual a propriedade pode operar, além de diagnosticar possíveis gastos excessivos apontados pela confecção dos custos, já que estes são os principais parâmetros para determinação do ponto de equilíbrio.

Critérios econômicos como VPL e TIR norteiam o empresário quanto ao rendimento do capital investido na implantação do projeto, bem como a taxa de juros sobre a qual esse capital pode remunerar.

5 RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivos analisar a produtividade do cafeeiro sob quatro diferentes sistemas de irrigação, avaliar o manejo da irrigação adotado, calcular pontos de nivelamento econômico entre receita e despesas e reconhecer o período de *Payback*, o VPL e a TIR. O experimento foi conduzido na fazenda Escola da Uniube (Uberaba, MG), em uma lavoura de café da variedade Catuaí Vermelho – 144, utilizando-se dados de produção das três primeiras safras (2001, 2002 e 2003).

Foram instalados os seguintes sistemas de irrigação: pivô central equipado com emissores Lepa, tubos de plástico perfurado (TPP ou Tripa) e gotejamentos autocompensante e convencional. Foi adotado o valor da área cultivada de 75 ha para cada tratamento.

Para a análise econômica foram computados os custos fixos (sistemas de irrigação, aluguel da terra, ITR e despesas administrativas) e variáveis (insumos, serviços, energia elétrica e consumo de água). Os valores das despesas foram comparados aos das receitas, encontrando o ponto de nivelamento econômico e confecção dos fluxos de caixa, determinando-se o período de *Payback*, o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR).

Os resultados, nas condições em que os trabalhos foram conduzidos, possibilitaram as seguintes conclusões:

- As condições de operação dos sistemas de irrigação devem ser monitoradas freqüentemente, para que coeficientes de ajuste de lâminas como uniformidade de distribuição de água (CU) e de localização (KI) não indiquem irrigações deficitárias.

- O volume das primeiras produções geradas pelo cafeeiro irrigado está associado às lâminas de irrigação aplicadas no período de maturação da cultura, tornando-se necessário um constante monitoramento da eficiência dos sistemas de irrigação e crescimento das plantas, para que se realize uma irrigação adequada.

- A prática da irrigação na cafeicultura mostrou-se uma atividade rentável em todos os sistemas de irrigação estudados, pagando-se o capital investido em, no máximo, seis anos.

- O uso do sistema de irrigação por gotejamento convencional na lavoura do café mostrou-se como o mais viável economicamente, apresentando a maior taxa interna de retorno e pagando os investimentos mais rapidamente.

- O cultivo de café sob o sistema de irrigação por tubos de plástico perfurados apresentou o maior período de retorno do capital investido, decorrente de maiores gastos com operações, serviços e insumos, mesmo esse equipamento apresentando o menor custo de aquisição.

- O uso da água mesmo com cobrança tarifária não representa um item de grande participação na composição do orçamento da cafeicultura irrigada, não alcançando, em nenhuma das análises, 0,5% dos custos totais.

- A avaliação da produtividade das três primeiras safras de café possibilita a simulação do fluxo de caixa para os anos de produção da lavoura irrigada, estabelecendo-se parâmetros para análise do ponto de equilíbrio, taxa interna de retorno e valor presente líquido. Contudo, estudos das safras posteriores tornam-se necessários para quantificar a real contribuição dessas análises.

6 REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D. et al. **Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, [S.d.]. 308 p. (FAO Irrigation and Drainage, 56).

ANDRADE, R.G.R. **A expansão da cafeicultura em Minas Gerais: da intervenção do estado à liberalização do mercado**. Belo Horizonte: UFMG-CEDEPLAR, 1994. 164 f. Dissertação (Mestrado em Economia Agrícola) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ANTUNES, F.Z. Aptidão climática de Minas Gerais para cafeicultura. **Informe Agropecuário**, v. 4, n. 44, p. 6-8, ago. 1978.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ. 6. ed. Rio de Janeiro: Coffea business, 2000/2001. 2001. 161 p.

ARAÚJO, J.A.C. **Análise do comportamento de uma população de café Icatú sob condições de irrigação por gotejamento e quebra-vento artificial**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1982. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

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.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa, MG: UFV, 1996. 657 p.

BARRETO, G.B.; REIS, A.J.; DEMATTÊ, B.J. et al. Experiência de irrigação e modo de formação de café novo. **Bragantia**, Campinas, v. 31, n. 4, p. 41-50, 1972.

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

BONOMO, R.; MANTOVANI, E.C.; CAIXETA, G.Z.T. Comparação de custos para diferentes sistemas de irrigação empregados na cafeicultura irrigada em áreas de cerrado de Minas Gerais (compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., , Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas, RS: UFPel, 1999.

CAMARGO, A.P. de. Balanço hídrico, florescimento e necessidade de água para o cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas. **Anais**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1987. p. 53-90.

CAMARGO, A.P. de.; PEREIRA, A.R. **Agrometeorology of the coffee crop**. Geneva: World Meteorological Organization, 1994. 91 p. (WMO/TD, 615).

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkling**. Berkley: University of California, 1942. 124 p. (California Agricultural Experimental Station, Bulletin, 670).

CHRISTOFIDIS, D. **Considerações sobre conflitos e uso sustentável em recursos hídricos, em conflitos e uso sustentável dos recursos naturais**. Org. por THEODORO, S. H., Brasília: Garamont, 2002.

COSTA, H.A. Café, uso da irrigação alternativa. **ITEM** – Irrigação e Tecnologia Moderna, Brasília, Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, n. 48, p. 56-57, 2000.

DRUMOND, L.C.D.; FERNENDES, A.L.T. **Irrigação por aspersão em malha**. Uberaba, MG: UNIUBE, 2001. 84 p.

EVAGELISTA, A.W.P.; CARVALHO, L.G. de; SEDIYAMA, G.C. Zoneamento climático associado ao potencial produtivo da cultura do café no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG, v. 6, n. 3, p. 445-452, 2002.

FARIA, M.A. de; SILVA, A.M. da; SILVA, E.L. da et al. Avaliação de efeito de diferentes lâminas de irrigação e da quimigação no crescimento do cafeeiro Acaia MG1474 em Lavras – MG (compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas, RS: UFPel, 1999.

FERNANDES, A.L.T.; DRUMOND, L.C.D. Irrigação de café através do sistema de aspersão em malha. **ITEM** – Irrigação e Tecnologia Moderna, Brasília, Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, n. 48, p. 58-60, 2000.

FERNANDES, A.L.T.; SANTINATO, R.; DRUMOND, L.C.D. et al. Irrigação e utilização de granulados de solo na produção do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000, Poços de Caldas. **Anais** Poços de Caldas, MG: 2000. p 957-959.

FILHO, J.P.; GONZAGA, M.L. Análise de custos de lavouras irrigadas. In: **Curso de agricultura irrigada**. Piracicaba, SP: ESALQ/Dep. de Agricultura, 1991. p. 27-57.

FNP – CONSULTORIA E COMÉRCIO. Anuário da agricultura brasileira. **Agrianual 2004**. São Paulo: Argus Comunicação, 2003. p. 185-201.

FNP – CONSULTORIA E COMÉRCIO. Anuário da agricultura brasileira. **Agrianual 2002**. São Paulo: Argus Comunicação, 2002. p. 189-205.

FNP – CONSULTORIA E COMÉRCIO. Anuário da agricultura brasileira. **Agrianual 99**. São Paulo: Argus Comunicação, 1998. p. 199-213.

FNP – CONSULTORIA E COMÉRCIO. Anuário da agricultura brasileira. **Agrianual 98**. São Paulo: Argus Comunicação, 1997. p. 155-168.

FRIZZONE, J.A. **Planejamento da irrigação**: uma abordagem às decisões de investimento. Piracicaba, SP: ESALQ/Dep. de Engenharia Rural, 1999. 110 p.

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. Piracicaba, SP: ESALQ/Dep. **Engenharia Rural**, v. 5, n. 1, p. 35-53, jul. 1994.

GENTIL, L.V. **Pivot central para empresários rurais**. Brasília: [s.n.], 2000. 126 p.

GILLEY, J. R.; WATTS, D. G. Possible energy savings in irrigation. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, v. 103, n. 1R4, p. 445-457, dec. 1977.

GILLEY, J. R.; HACKBART, C. A.; STETSON, L. E. et al. Energy management. In: HOFFMAN, G. J.; HOWEL, T. A.; SOLOMON, K. N. (Ed.) **Management of farm irrigation systems**. St. Joseph: ASAE, 1990. p. 719-746.

ITEM – IRRIGAÇÃO E TECNOLOGIA MODERNA. **Cafeicultura irrigada**, Belo Horizonte, n. 48, p.90, set. 2000.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Avibook, 1990. 652 p.

LUCHIARI JÚNIOR, A.; RESENDE, M.; RITCHEY, K. D., et al. Manejo de solos e aproveitamento de água. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos cerrados**. São Paulo: EMBRAPA/Nobel, 1986. p. 285-322.

LYLE, W. M.; BORDOVSKY, J.P. LEPA irrigation system evaluation. **Transactions of the ASAE**, s. 26, p. 776-781, 1983.

MANTOVANI, E. C. A irrigação do cafeeiro. **ITEM – Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, n. 48, p. 45-49, 2000.

MANTOVANI, E.C. **Irrigação do cafeeiro**: informações técnicas e coletânea de trabalhos. Viçosa, MG: UFRV/DEA, Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais, 2003. 260 p.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2001. 388 p.

MATIELLO, J.B.; DANTAS, F.S. Desenvolvimento do cafeeiro e seu sistema radicular, com e sem irrigação, em Brejão, PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 1987, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: MAA/PROCAFÉ, 1987. p.165-166.

MATIELLO, J.B.; FERNANDES, A.L.T.; MANTOVANI, E.C. Adaptação no sistema de irrigação por aspersão em malha para cafezais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27. 2001, Uberaba. **Anais...** Uberaba, MG:2001. p 44-45.

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

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, Araguari. Irrigação da Cafeicultura no Cerrado. **Anais...** Uberlândia, MG: UFU, 2001. 212 p.

MERRIAM, J.L.; KELLER, J.; ALFARO, J. **Irrigation system evaluation and improvement**. Utah: Utah State University, 1973. 173 p.

MONTEIRO, S.L.N. Aspectos gerais da política cafeeira. **Preços agrícolas: mercado e negócios agropecuários**, São Paulo, v. 12, n. 142, p. 9, 1998.

NJOROGE, J.M. A review of some agronomic investigations on arábica coffee in Kenya. **Kenya Coffee**, Nairobi, v. 54, n. 629, p. 553-567, 1989.

NOGUEIRA, M.A.S; SILVA, R.P.da; FERNANDES, A.L.T. et al. Zonamento agrícola para a cultura de café arábica na região de Uberaba-MG com emprego de sistema de informações geográficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25., 1999, Franca. **Anais...** Franca, SP:[s.n.], 1999. p. 354-356.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269 p.

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia**. 5. ed. São Paulo: [s.m.], 2002. 711 p.

RANZANI, G. **Manual de levantamento de solos**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1969. 167 p.

REIS, R.P. **Fundamentos da economia aplicada**. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 2001. 84 p.

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

REIS, R.P.; FONTES, R.E.; TAKAKI, H.R.C. et al. Custos de produção da cafeicultura no sul de Minas Gerais: estudo de casos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL; Poços de Caldas, 2000. **Anais...** Poços de Caldas, MG: [s.n.], 2000. p. 331-335

REIS, G.N.; MIGUEL, A.E.; OLIVEIRA, J.A. Efeito da irrigação, em presença e ausência da adubação NPK, em cafeeiros em produção - Resultados de 3 produções - em Caratinga - MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 1990, Espírito Santo do Pinhal. **Anais...** Espírito Santo do Pinhal, SP: MAA/PROCAFÉ, 1990. p.19-21.

ROSS, S.A.; WESTERFIELD, R.W.; JAFFE, J.F. **Corporate finance**. 2. ed. [S.I.]: Atlas, 2002. 776 p.

SANTINATO, R., FERNANDES, A.L.T., DUARTE, A.P. Efeitos da irrigação por "Tripa" na formação e produção do cafeeiro cultivado na região do cerrado de Patos de Minas – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 25.,1999. Franca. **Anais...** Franca, SP: [s.n.], 1999. p. 110-111.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T.; FERNANDES, D.R. **Irrigação na cultura do café**. 1. ed. [s.p.]: Arbore, 1996. 146 p.

SANTOS, A.R. dos. **Zoneamento agroclimático para a cultura do café conilon (*Coffea canephora* L.) e arábica (*Coffea arabica* L.), na bacia do Rio Itapemirim, ES**. Viçosa, MG: UFV/DEA, 1999. 59 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

SILVA, A.L.; da, FARIA, M.A. de; REIS, R.P. Viabilidade técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG, v. 7, n. 1, p. 37-44, 2003.

SIMÃO, M.L.R. **Caracterização espacial da produção cafeeira de Minas Gerais**: um estudo exploratório utilizando técnicas de análise espacial e de estatística cultivariada. Belo Horizonte: PUC-MG, 1999. 246 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SOUZA, J.L.M. de. **Modelo para análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para cultura do cafeeiro**.

Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2001. 253 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

TEIXEIRA, M.B. **Desenvolvimento de um dispositivo de medição de vazão e de metodologia para avaliação da irrigação por pivô central equipado com Lepa.** Viçosa, MG: UFV/DEA, 2003. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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).

VICENTE. M.R.; SOARES, A.R.; MANTOVANI, E.C. et al. Irrigação por aspersão tipo malha na cultura do cafeeiro na região da Zona da Mata de Minas Gerais. In: **Irrigação do cafeeiro:** informações técnicas e coletânea de trabalhos. Viçosa, MG: [s.n.], 2003. p. 187-194.

ZANINI, J.R.; OLIVEIRA, J.C.; PAVANI, L.C. et al. Efeito da irrigação no desenvolvimento vegetativo de cafeeiros novos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1994, Campinas. **Anais...**Campinas, SP: SBEA, 1994. p. 30.

Apêndice A

COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS

Tabela A1 – Custos com insumos e equipamentos na formação das mudas

Ítem	Discriminação	Recomendações	Qtde/ha	R\$/unit	R\$/ha
1	Calcário dolomítico	100 g/m ²	1,0 ton	31,50	31,50
2	Yoorim Master II	100 g/m linear	0,27 ton	421,00	113,67
3	Esterco de galinha	0,5 kg/m linear	1,4 ton	85,00	119,00
4	Sulfato de amônio	350 g/m ²	0,92 ton	245,00	225,40
5	Uréia	300 g/m ²	0,79 ton	372,00	293,88
6	Cloreto de potássio	240 g/m ²	0,63 ton	335,00	211,05
7	Adubo foliar	20 l/ha	20 l	4,35	87,00
8	Ácido bórico	5 kg/ha	5 kg	1,53	7,65
9	Ager cálcio	4 l/ha	4 l	2,81	11,24
10	Sulfato de zinco	5 kg/ha	5 kg	1,45	7,25
11	Sulfato de cobre	2,5 kg/ha	2,5 kg	1,82	4,55
12	Sulfato de manganês	3,0 kg/ha	3 kg	0,69	2,07
13	Triazol	4 l/ha	4 l	62,00	186,00
14	Benomil	1 kg/ha	1 kg	49,50	49,50
15	Hidróxido de cobre	15 kg/ha	15 kg	11,72	175,80
16	Fosforado	3 l/ha	3 l	16,79	50,37
17	Açúcar	30 kg/ha	30 kg	0,79	23,70
18	Fung.+inset. Solo	25 kg/ha	25 kg	8,22	205,50
19	Inseticida solo	20 kg/ha	20 kg	16,10	322,00
20	Herbicida pós	6 l/ha	6 l	8,75	52,50
Sub total insumos					2.179,63

Tabela A2 – Custos de operações e serviços na formação das mudas

Ítem	Discriminação	Nº de operações	Ren/ha	Unit	Por ha
1	Calagem	1x	1,00	13,16	13,16
2	Fosfatagem	1x	1,00	13,16	13,16
3	Aplicação de EG	1x	1,20	13,16	15,79
4	Pulverizações	8x	4,00	13,16	52,64
5	Subsolagem	1x	1,00	15,79	15,79
6	Roçadas	4x	2,70	13,16	35,53
7	Aplicação de herb.	3x	1,50	13,16	19,74
8	Aplicação de granulados	2x	2,00	13,16	26,32
9	Repasse capina	variavel	0,50	7,55	3,77
10	Desbrotas	variavel	0,75	7,55	5,66
11	Enc. Trabalhistas - 40				3,77
12	Previdência social - 15				1,41
Sub-total operações e serviços					206,74

Tabela A3 – Custo com insumos e equipamentos na implantação do cafeeiro

Ítem	Discriminação	Recomendações	por ha	Unit.	por ha	R%
1	Calcário dolomítico	250 g/m ²	2,5 ton	31,50	78,75	8,53
2	Yoorim master II	300 g/m sulco	0,79 ton	421,00	332,59	36,01
3	Super fosfato simples	100 g/m sulco	0,27 ton	270,00	72,90	7,89
4	Cloreto de potássio	70 g/m sulco	0,18 ton	335,00	60,30	6,53
5	Esterco de galinha	1,5 kg/m sulco	3,95 ton	85,00	335,75	36,35
6	Fórmula 04-14-08	10 g/m ²	0,1 ton	280,00	28,00	3,03
7	Milheto	4 g/m ²	0,04 ton	250,00	10,00	1,08
8	Formicida	"VAR"	2 kg	2,70	5,40	0,58
Sub-total Insumos					923,69	100,00

Tabela A4 – Custo de operações e serviços na implantação do cafeeiro

Ítem	Discriminação	Nº de operações	Ren/ha	Unit	Por ha
1	Desmate	1x	3 HM	22,3	66,90
2	Enleiramento	1x	2 HM	22,3	44,60
3	Transporte	1x	1,5 HM	13,16	19,74
4	Calagem	2x	2,0 HM	13,16	26,32
5	Gradagem	2x	3,0 HM	15,78	47,34
6	Cont.terraços	1x	2,0 HM	15,78	31,56
7	Sulcagem	2x	1,0 HM	15,78	15,78
8	Dist.esterco	1x	1,2 HM	13,16	15,79
9	Dist.ad.químico	1x	1,2 HM	13,16	15,79
10	Subsolagem	1x	2,2 HM	15,78	34,71
11	Batedor	1x	1,7 HM	15,78	26,82
12	Rolão	1x	0,6 HM	15,78	9,47
13	Caixa retenção	1x	0,5 HM	22,3	11,15
14	Plantio milheto	1x	1,0 HM	13,16	13,16
15	Dist. Mudas	1x	1,5 HM	13,16	19,74
16	Queima e c.raiz	1x	3,0 HD	7,55	22,65
17	Demarc.nível	1x	0,3 HD	20	6
18	Coveamento	1x	5,0 HD	7,55	37,75
19	Plantio	1x	18,5 HD	7,55	139,67
20	Enc. Trabalhistas - 40				82,43
21	Previdência social - 15				30,91
Sub-total operações e serviços					718,28

Tabela A5 – Custos de insumos na condução da lavoura de café pós-plantio (0 a 6 meses)

Item	Discriminação	Recomendações	qtde.por ha	R\$ Unit.	R\$/ha
1	Sulfato de amônio	45 g/m sulco	0,12 ton	245,00	29,40
2	Uréia	25 g/m sulco	0,07 ton	372,00	126,48
3	Fórmula 20-05-20	130 g/m sulco	0,34 ton	281,00	19,67
4	Adubo foliar	3,7 l/ha	3,7 l	4,35	16,09
5	Ácido bórico	0,7 kg/ha	0,7 kg	1,53	1,07
6	Sulfato de cobre	0,4 kg/ha	0,38 kg	1,82	0,72
7	Sulfato de zinco	0,4 kg/ha	0,38 kg	1,45	0,58
8	Sulfato de manganês	0,50 kg/ha	0,44 kg	0,69	0,34
9	Açúcar	8,2 kg/ha	8,2 kg	0,79	6,47
10	Hidróxido de cobre	1,20 kg/ha	1,14 kg	11,72	11,06
11	Triazol	0,4 l/ha	0,345 l	62,00	24,80
12	Benomil	0,5 kg/ha	0,5 kg	49,50	24,75
13	Piretróide	75 cc/ha	75 cc	26,16	1,96
14	Fosforado	0,7 l/ha	0,76 l	16,79	11,75
15	Fung.+inset. Solo	2 g/planta	10,5 kg	8,22	86,31
16	Inseticida solo	1 g/planta	5,3 kg	16,15	85,59
17	Formicida	1 kg/ha	1 kg	2,70	2,70
18	Herbicida pré	4 l/ha	4 l	44,30	177,20
19	Herbicida pós	4 l/ha	4 l	8,75	35,00
Sub total insumos					661,94

Tabela A6 – Custos de operações e serviços na condução da lavoura de café pós-plantio (0 a 6 meses)

Item	Discriminação	Nº de operações	Ren/ha	Unit	Por ha
1	Transporte de replantio	variável	0,5 HM	13,16	6,58
2	Pulverizações	10x	5,0 HM	13,16	65,80
3	Roçada	3x	1,8 HM	13,16	23,68
4	Aplicação de granulados	2x	2,0 HM	13,16	26,32
5	Herbicida na linha	3x	1,5 HM	13,16	19,74
6	Herbicida na rua	2x	1,0 HM	13,16	13,16
7	Espinha de peixe	2x	1,5 HD	7,55	11,32
8	Replantio	variável	2,8 HD	7,55	21,14
9	Adubação manual	3x	0,8 HD	7,55	6,04
10	Capina na linha	3x	18,0 HD	7,55	135,90
11	Desbrotas	variável	0,7 HD	7,55	5,85
12	Enc. Trabalhistas - 40				72,10
13	Previdência social - 15				27,04
Sub-total operações e serviços					434,67

Tabela A7 – Custos por hectare com operações e serviços para a produção de café sob pivô central com emissores Lepa

Descrição	Especificação	V.U.	Fase de formação 6 meses a 18 meses		Fase Produtiva I 18 a 30 meses		Fase Produtiva II 30 meses a 5 anos	
			Qtidade	valor	Qtidade	valor	Qtidade	valor
Operações e serviços								
Calagem	HM distribuidor de calcáreo	28,04	4,00	112,16	4,00	112,16	1,00	28,04
Adução foliar	HM pulverizador	26,10	18,00	469,80	12,00	313,20	6,00	156,60
Aplicação granulado	HM granuladeira	21,97		0,00	1,00	21,97	2,00	43,94
Capina mecânica	HM roçadeira	25,35	5,00	126,75	5,00	126,75	5,00	126,75
Aplicação de herbicida	HD	21,15	12,00	253,80	7,50	158,63	6,00	126,90
Capina manual	HD	21,15	8,00	169,20	5,00	105,75	2,00	42,30
Desbrota	HD	21,15		0,00	5,00	105,75	9,00	190,35
Adução manual	HD	21,15	4,00	84,60		0,00		0,00
Adução mecanizada	HM distribuidor de calcáreo	23,50		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aplic defensiv. Manual	HD	21,15	1,50	31,73	0,00	0,00	0,00	0,00
Aplic defensiv. Meq	HM	24,61		0,00		0,00		0,00
Aplic herb pós	HM	26,78	2,00	53,56	5,90	158,00	5,90	158,00
Colheita	R\$/saca	35,00		0,00	40,00	1.400,00	60,00	2.100,00
Secagem	HD	21,15		0,00	3,00	63,45	7,20	152,28
Arruação	HD	21,15		0,00	5,00	105,75	15,00	317,25
Beneficiamento	R\$/saco	3,00		0,00	40,00	120,00	60,00	180,00
Sub-total A				1.301,60		2.791,41		3.622,41
Insumos e materiais								
Calcário dolomítico	150 g/m ²	31,50	4,00	126,00	4,00	126,00	1,00	31,50
Sulfato de amônio	140 g/m linear	245,00	0,36	88,20	0,92	225,40	0,92	225,40
Uréia	125 g/m linear	372,00	0,33	122,76	0,79	293,88	0,79	293,88
Cloreto de potássio	140 g/m linear	335,00	0,36	120,60	0,63	211,05	0,63	211,05
Yoorim Master II	100 g/m linear	421,00	0,27	113,67	0,27	113,67	0,27	113,67
Adubo foliar	13,4 l/ha	4,35	13,40	58,29	20,00	87,00	20,00	87,00
Ácido bórico	1,9 kg/ha	1,53	1,90	2,91	5,00	7,65	5,00	7,65
Sulfato de manganês	0,97 kg/ha	0,69	0,97	0,67	3,00	2,07	3,00	2,07
Sulfato de zinco	1,50 kg/ha	1,45	1,50	2,18	5,00	7,25	5,00	7,25
Sulfato de cobre	0,97 kg/ha	1,82	0,97	1,77	2,50	4,55	2,50	4,55
Açúcar	19,4 kg/ha	0,79	19,40	15,33	30,00	23,70	30,00	23,70
Hidróxido de cobre	4,16 kg/ha	11,72	4,16	48,76	15,00	175,80	15,00	175,80
Triazol	0,76 l/ha	62,00	0,76	47,12	2,00	124,00	4,00	248,00
Benomil	0,83 kg/ha	49,50	0,83	41,09	1,00	49,50	1,00	49,50
Fosforado	1,96 l/ha	16,79	1,96	32,91	3,00	50,37	3,00	50,37
Fung.+inset. Solo	4 g/planta	8,22	21,10	173,44	8,22	67,57	25,00	205,50
Inseticida solo	2,5 g/planta	16,15	13,10	211,57	20,00	323,00	20,00	323,00
Formicida	1 kg/ha	2,70	1,00	2,70	0,50	1,35	0,00	0,00
Herbicida pré	4 l/ha	44,30	4,00	177,20		0,00	0,00	0,00
Herbicida pós	6 l/ha	8,75	4,00	35,00	4,00	35,00	4,00	35,00
Esterco de galinha		85,00		0,00	3,95	335,75	1,40	119,00
Ager cálcio		2,10		0,00	4,00	8,40	4,00	8,40
Subtotal B				1.422,14		2.272,96		2.222,29
Administração								
Viagens	R\$/ha	94,54	1,00	94,54	1,00	94,54	1,00	94,54
Assistência técnica		33,60	1,00	33,60	1,00	33,60	1,00	33,60
MO administrativa		96,00	1,00	96,00	1,00	96,00	1,00	96,00
Cotabil/Escritório		60,00	1,00	60,00	1,00	60,00	1,00	60,00
Luz/Telefone		90,00	1,00	90,00	1,00	90,00	1,00	90,00
Impostos	% Receita	2,30			1,00		1,00	
Subtotal C				374,14		374,14		374,14
Sub-total A				1.301,60		2.791,41		3.622,41
Subtotal B				1.422,14		2.272,96		2.222,29
Subtotal C				374,14		374,14		374,14
Total				3.097,87		5.438,51		6.218,84

Tabela A8 – Custos por hectare com operações e serviços para a produção de café sob tubos de plástico perfurados”TPP”

Descrição	Especificação	V.U.	Fase de formação		Fase Produtiva I		Fase Produtiva II	
			6 meses a 18 meses	18 a 30 meses	18 a 30 meses	30 meses a 5 anos		
			Qtidade	valor	Qtidade	valor	Qtidade	valor
Operações								
Calagem	HM distribuidor de calcáreo	28,04	4	112,16	4	112,16	1	28,04
Adubação foliar	HM pulverizador	26,10	18	469,80	12	313,20	6	156,60
Aplicação granulado	HM granuladeira	21,97		0,00	1	21,97	2	43,94
Capina mecânica	HM roçadeira	25,35	9	228,15	9	228,15	9	228,15
Aplicação de herbicida	HD	21,15	12	253,80	7,5	158,63	6	126,90
Capina manual	HD	21,15	8	169,20	5	105,75	2	42,30
Desbrota	HD	21,15		0,00	5	105,75	9	190,35
Adubação manual	HD	21,15	4	84,60		0,00		0,00
Adubação mecanizada	HM distribuidor de calcáreo	23,50		0,00	6	141,00	6	141,00
Aplic defensiv. Manual	HD	21,15	1,5	31,73	7,5	158,63	0	0,00
Aplic defensiv. Meq	HM	24,61		0,00		0,00	9	221,49
Aplic herb pós	HM	26,78	2	53,56	4	107,12	2	53,56
Colheita	R\$/saca	35,00		0,00	40	1.400,00	60	2.100,00
Secagem	HD	21,15		0,00	3	63,45	7,2	152,28
Arruação	HD	21,15		0,00	5	105,75	15	317,25
Beneficiamento	R\$/saco	3,00		0,00	40	120,00	60	180,00
Sub-total A				1.403,00	3.141,55	3.981,86		
Insumos e materiais								
Calcário dolomítico	150 g/m ²	31,50	4	126,00	4	126,00	1	31,50
Sulfato de amônio	140 g/m linear	245,00	0,36	88,20	0,92	225,40	0,92	225,40
Uréia	125 g/m linear	372,00	0,33	122,76	0,79	293,88	0,79	293,88
Cloreto de potássio	140 g/m linear	335,00	0,36	120,60	0,63	211,05	0,63	211,05
Yoorim Master II	100 g/m linear	421,00	0,27	113,67	0,27	113,67	0,27	113,67
Adubo foliar	13,4 l/ha	4,35	13,4	58,29	20	87,00	20	87,00
Ácido bórico	1,9 kg/ha	1,53	1,9	2,91	5	7,65	5	7,65
Sulfato de manganês	0,97 kg/ha	0,69	0,97	0,67	3	2,07	3	2,07
Sulfato de zinco	1,50 kg/ha	1,45	1,5	2,18	5	7,25	5	7,25
Sulfato de cobre	0,97 kg/ha	1,82	0,97	1,77	2,5	4,55	2,5	4,55
Açúcar	19,4 kg/ha	0,79	19,4	15,33	30	23,70	30	23,70
Hidróxido de cobre	4,16 kg/ha	11,72	4,16	48,76	15	175,80	15	175,80
Triazol	0,76 l/ha	62,00	0,76	47,12	2	124,00	4	248,00
Benomil	0,83 kg/ha	49,50	0,83	41,09	1	49,50	1	49,50
Fosforado	1,96 l/ha	16,79	1,96	32,91	3	50,37	3	50,37
Fung.+inset. Solo	4 g/planta	8,22	21,1	173,44	8,22	67,57	25	205,50
Inseticida solo	2,5 g/planta	16,15	13,1	211,57	20	323,00	20	323,00
Formicida	1 kg/ha	2,70	1	2,70	0,5	1,35	0	0,00
Herbicida pré	4 l/ha	44,30	4	177,20		0,00	0	0,00
Herbicida pós	6 l/ha	8,75	6	52,50	4	35,00	4	35,00
Esterco de galinha		85,00		0,00	3,95	335,75	1,4	119,00
Ager cálcio		2,10		0,00	4	8,40	4	8,40
Subtotal B				1.439,64	2.272,96	2.222,29		
Administração								
Viagens	R\$/ha	94,54	1	94,54	1	94,54	1	94,54
Assistência técnica		33,60	1	33,60	1	33,60	1	33,60
MO administrativa		96,00	1	96,00	1	96,00	1	96,00
Cotabil/Escritório		60,00	1	60,00	1	60,00	1	60,00
Luz/Telefone		90,00	1	90,00	1	90,00	1	90,00
Impostos	% Receita	2,30			1		1	
Subtotal C				374,14	374,14	374,14		
Descrição	Especificação	V.U.	Fase de formação		Fase Produtiva I		Fase Produtiva II	
			6 meses a 18 meses	18 a 30 meses	18 a 30 meses	30 meses a 5 anos		
			Valor (R\$)		Valor (R\$)		Valor (R\$)	
Sub-total A			1.403,00		3.141,55		3.981,86	
Subtotal B			1.439,64		2.272,96		2.222,29	
Subtotal C			374,14		374,14		374,14	
Total			3.216,77		5.788,65		6.578,29	

Tabela A9 – Custos por hectare com operações e serviços para a produção de café sob gotejamento”

Descrição	Especificação	V.U.	Fase de formação 6 meses a 18 meses		Fase Produtiva I 18 a 30 meses		Fase Produtiva II 30 meses a 5 anos	
			Qtidade	valor	Qtidade	valor	Qtidade	valor
Operações								
Calagem	HM distribuidor de calcáreo	28,04	4	112,16	4	112,16	1	28,04
Adução foliar	HM pulverizador	26,10	18	469,80	12	313,20	6	156,60
Aplicação granulada	HM granuladeira	21,97		0,00	1	21,97	2	43,94
Capina mecânica	HM roçadeira	25,35	4	101,40	4	101,40	4	101,40
Aplicação de herbicida	HD	21,15	12	253,80	7,5	158,63	6	126,90
Capina manual	HD	21,15	8	169,20	5	105,75	2	42,30
Desbrota	HD	21,15		0,00	5	105,75	9	190,35
Adução manual	HD	21,15	4	84,60		0,00		0,00
Adução mecanizada	HM distribuidor de calcáreo	23,50		0,00	0	0,00	0	0,00
Aplic defensiv. Manual	HD	21,15	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Aplic defensiv. Meq	HM	24,61		0,00		0,00	0	0,00
Aplic herb pós	HM	26,78	2	53,56	3	80,34	3	80,34
Colheita	R\$/saca	35,00		0,00	40	1.400,00	60	2.100,00
Secagem	HD	21,15		0,00	3	63,45	7,2	152,28
Arruação	HD	21,15		0,00	5	105,75	15	317,25
Beneficiamento	R\$/saco	3,00		0,00	40	120,00	60	180,00
Sub-total A				1.244,52		2.688,40		3.519,40
Insumos e materiais								
Calcário dolomítico	150 g/m ²	31,50	4	126,00	4	126,00	1	31,50
Sulfato de amônio	140 g/m linear	245,00	0,36	88,20	0,92	225,40	0,92	225,40
Uréia	125 g/m linear	372,00	0,33	122,76	0,79	293,88	0,79	293,88
Cloreto de potássio	140 g/m linear	335,00	0,36	120,60	0,63	211,05	0,63	211,05
Yoorim Master II	100 g/m linear	421,00	0,27	113,67	0,27	113,67	0,27	113,67
Adução foliar	13,4 l/ha	4,35	13,4	58,29	20	87,00	20	87,00
Ácido bórico	1,9 kg/ha	1,53	1,9	2,91	5	7,65	5	7,65
Sulfato de manganês	0,97 kg/ha	0,69	0,97	0,67	3	2,07	3	2,07
Sulfato de zinco	1,50 kg/ha	1,45	1,5	2,18	5	7,25	5	7,25
Sulfato de cobre	0,97 kg/ha	1,82	0,97	1,77	2,5	4,55	2,5	4,55
Açúcar	19,4 kg/ha	0,79	19,4	15,33	30	23,70	30	23,70
Hidróxido de cobre	4,16 kg/ha	11,72	4,16	48,76	15	175,80	15	175,80
Triazol	0,76 l/ha	62,00	0,76	47,12	2	124,00	4	248,00
Benomil	0,83 kg/ha	49,50	0,83	41,09	1	49,50	1	49,50
Fosforado	1,96 l/ha	16,79	1,96	32,91	3	50,37	3	50,37
Fung.+inset. Solo	4 g/planta	8,22	21,1	173,44	8,22	67,57	25	205,50
Inseticida solo	2,5 g/planta	16,15	13,1	211,57	20	323,00	20	323,00
Formicida	1 kg/ha	2,70	1	2,70	0,5	1,35	0	0,00
Herbicida pré	4 l/ha	44,30	4	177,20		0,00	0	0,00
Herbicida pós	6 l/ha	8,75	3	26,25	3	26,25	3	26,25
Esterco de galinha		85,00		0,00	3,95	335,75	1,4	119,00
Ager cálcio		2,10		0,00	4	8,40	4	8,40
Subtotal B				1.413,39		2.264,21		2.213,54
Administração								
Viagens	R\$/ha	94,54	1	94,54	1	94,54	1	94,54
Assistência técnica		33,60	1	33,60	1	33,60	1	33,60
MO administrativa		96,00	1	96,00	1	96,00	1	96,00
Cotabil/Escritório		60,00	1	60,00	1	60,00	1	60,00
Luz/Telefone		90,00	1	90,00	1	90,00	1	90,00
Impostos	% Receita	2,30			1		1	
Subtotal C				374,14		374,14		374,14
Descrição	Especificação	V.U.	Fase de formação 6 meses a 18 meses		Fase Produtiva I 18 a 30 meses		Fase Produtiva II 30 meses a 5 anos	
			Valor (R\$)		Valor (R\$)		Valor (R\$)	
Sub-total A			R\$ 1.121,52		R\$ 2.727,40		R\$ 3.519,40	
Subtotal B			R\$ 1.334,64		R\$ 2.185,46		R\$ 2.213,54	
Subtotal C			R\$ 374,14		R\$ 374,14		R\$ 374,14	
Total			R\$ 2.830,30		R\$ 5.287,00		R\$ 6.107,08	

Apêndice B

VALORES TÉCNICOS E CLIMÁTICOS UTILIZADOS NA ANÁLISE DA IRRIGAÇÃO.

Tabela A10 – Dados climáticos e valores de Kc, KI e eficiência dos sistemas de irrigação utilizados no manejo da irrigação

1999	Eto acumulado	Precipitação	Kc	KI	Eficiência	Lâmina bruta
pivo	1.582,50	965,1	0,7	0,85	0,85	432,18
tripa	1.582,50	965,1	0,7	0,87	0,85	442,35
gotej. auto	1.582,50	965,1	0,7	0,67	0,98	295,47
gotejam.	1.582,50	965,1	0,7	0,67	0,94	308,04

2000	Eto acumulado	Precipitação	Kc	KI	Eficiência	Lâmina bruta
pivo	1.604,74	987,65	0,85	0,85	0,85	524,53
tripa	1.604,74	987,65	0,85	0,87	0,85	536,87
gotej. auto	1.604,74	987,65	0,85	0,67	0,98	358,60
gotejam.	1.604,74	987,65	0,85	0,67	0,94	373,86

2001	Eto acumulado	Precipitação	Kc	KI	Eficiência	Lâmina bruta
pivo	1.508,17	941,44	1	0,85	0,85	566,73
tripa	1.508,17	941,44	1	0,87	0,85	580,06
gotej. auto	1.508,17	941,44	1	0,67	0,98	387,46
gotejam.	1.508,17	941,44	1	0,67	0,94	403,95

2002	Eto acumulado	Precipitação	Kc	KI	Eficiência	Lâmina bruta
pivo	1.652,57	995,02	1,1	0,85	0,85	723,31
tripa	1.652,57	995,02	1,1	0,87	0,85	740,32
gotej. auto	1.652,57	995,02	1,1	0,67	0,98	494,50
gotejam.	1.652,57	995,02	1,1	0,67	0,94	515,55

2003	Eto acumulado	Precipitação	Kc	KI	Eficiência	Lâmina bruta
pivo	1.513,20	935,2	1,1	0,85	0,85	635,80
tripa	1.513,20	935,2	1,1	0,87	0,85	650,76
gotej. auto	1.513,20	935,2	1,1	0,67	0,98	434,68
gotejam.	1.513,20	935,2	1,1	0,67	0,94	453,18

Tabela A11 – Lâminas médias, consumo de energia elétrica, vazão do total, custo da água usada na irrigação

Lâminas totais (mm/ano)							
	1999	2000	2001	2002	2003	média (mm/período)	
pivo	432,18	524,53	566,73	723,31	635,80	576,51	
tripa	442,35	536,87	580,06	740,32	650,76	590,07	
gotej. auto	295,47	358,60	387,46	494,50	434,68	394,14	
gotejam.	308,04	373,86	403,95	515,55	453,18	410,92	
médias	369,51	448,47	484,55	618,42	543,60		

Energia elétrica (R\$)		0,2219R\$/KWh						
	1999	2000	2001	2002	2003	potência (cv)	rend. (?)	média
pivo	2.823,32	3.426,59	3.702,30	4.725,16	4.153,51	100		4.439,34
tripa	2.889,75	3.507,22	3.789,41	4.836,34	4.251,24	100	0,75	4.543,79
gotej. auto	1.447,67	1.757,00	1.898,37	2.422,85	2.129,74	75		2.276,29
gotejam.	1.509,27	1.831,77	1.979,15	2.525,95	2.220,36	75		2.373,16

Tempo de funcionamento horas/ano							
	1999	2000	2001	2002	2003	média 2 últimos anos	
pivo	129,65	157,36	170,02	216,99	190,74	203,87	
tripa	132,70	161,06	174,02	222,10	195,23	208,66	
gotej. auto	88,64	107,58	116,24	148,35	130,40	139,38	
gotejam.	92,41	112,16	121,18	154,66	135,95	145,31	

Vazão 1000 m³/ano							
	1999	2000	2001	2002	2003	média	
pivo	302,53	367,17	396,71	506,31	445,06	403,56	
tripa	309,64	375,81	406,05	518,23	455,53	413,05	
gotej. auto	206,83	251,02	271,22	346,15	304,28	275,90	
gotejam.	215,63	261,71	282,76	360,88	317,22	287,64	

Preço pago pela água R\$/1000m³							
	1999	2000	2001	2002	2003	ICMS (R\$)	média
pivo	1.114,17	1.352,24	1.461,04	1.864,70	1.639,11		1.486,25
tripa	1.140,39	1.384,06	1.495,42	1.908,57	1.677,67		1.521,22
gotej. auto	761,73	924,49	998,88	1.274,84	1.120,61	21,95	1.016,11
gotejam.	794,14	963,83	1.041,38	1.329,09	1.168,30		1.059,35

Tabela A12 – Parâmetros utilizados na análise do manejo da irrigação (Porcentagem de área molhada (Pm), Porcentagem de área sombreada (Ps), Porcentagem usada para cálculo de KI)

1999	Eto acumulado	Precipitação	Cuc (%)	Epa (dec.)	Eficiência (%)	KI	Pm (%)	Ps (%)	Pw (%)	Lâmina líq. (mm)
pivô	1.582,50	965,10	75	0,995	74,6	0,87	75	25	75	501,55
TPP	1.582,50	965,10	68	0,995	68,3	0,87	75	25	75	547,66
got.auto	1.582,50	965,10	88,5	-	88,5	0,50	25	25	25	244,17
got. norm	1.582,50	965,10	86	-	86	0,50	25	25	25	251,27
2000										
pivô	1.604,74	987,65	75	0,995	75,4	0,87	75	35	75	602,64
TPP	1.604,74	987,65	68	0,995	68,3	0,87	75	35	75	664,68
got.auto	1.604,74	987,65	88,5	-	88,5	0,59	25	35	35	350,64
got. norm	1.604,74	987,65	86	-	86	0,59	25	35	35	360,83
2001										
pivô	1.508,17	941,44	75	0,995	75,4	0,87	75	45	75	651,13
TPP	1.508,17	941,44	68	0,995	68,3	0,87	75	45	75	718,16
got.auto	1.508,17	941,44	88,5	-	88,5	0,67	25	45	45	429,58
got. norm	1.508,17	941,44	86	-	86	0,67	25	45	45	442,06
2002										
pivô	1.652,57	995,02	75	0,995	75,4	0,87	75	50	75	831,02
TPP	1.652,57	995,02	68	0,995	68,3	0,87	75	50	75	916,57
got.auto	1.652,57	995,02	88,5	-	88,5	0,71	25	50	50	577,91
got. norm	1.652,57	995,02	86	-	86	0,71	25	50	50	594,71
2003										
pivô	1.513,20	935,20	75	0,995	75,4	0,87	75	50	75	730,49
TPP	1.513,20	935,20	68	0,995	68,3	0,87	75	50	75	805,69
got.auto	1.513,20	935,20	88,5	-	88,5	0,71	25	50	50	508,00
got. norm	1.513,20	935,20	86	-	86	0,71	25	50	50	522,77