

T630.68

PAD

esp

CENTRO de DOCUMENTAÇÃO
CEDOC/DAE/UFLA

TASSIANA DE SOUZA PÁDUA

ESPAÇAMENTO ECONÔMICO NA CULTURA DO CAFEIEIRO
(*Coffea arabica* L.) - UM ESTUDO NO SUL DE MINAS GERAIS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Administração Rural, área de concentração em Administração da Empresa Rural, para obtenção do grau de "Mestre".

Orientador

Prof. Antônio João dos Reis

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1998

CENTRO de DOCUMENTAÇÃO
CEDOC/DAE/UFLA

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

Pádua, Tassiana de Souza

Espaçamento econômico na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) – um estudo no Sul de Minas Gerais / Tassiana de Souza Pádua. – Lavras : UFLA, 1998.

62 p. : il.

Orientador: Antônio João dos Reis.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Administração rural. 2. Economia. 3. Café – Espaçamento. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-630.68

-633.73

TASSIANA DE SOUZA PÁDUA

ESPAÇAMENTO ECONÔMICO NA CULTURA DO CAFEIEIRO
(*Coffea arabica* L.) - UM ESTUDO NO SUL DE MINAS GERAIS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Administração Rural, área de concentração em Administração da Empresa Rural, para obtenção do grau de “Mestre”.

APROVADA em 31/08/1998

Prof. Ricardo Pereira Reis UFLA

Prof. Ruben Delly Veiga UFLA

Prof. Antônio Nazareno Guimarães Mendes UFLA


Prof. Antônio João dos Reis
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

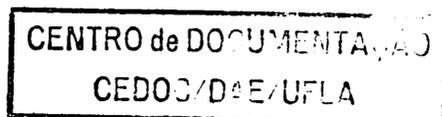
CENTRO de DOCUMENTAÇÃO
CEDOC/DAE/UFLA

Ao Senhor meu Deus, presente
em todos os momentos,

OFEREÇO

A memória de meu pai, Carnot,
À minha mãe, Maura,
Aos meus irmãos, Lerrânia e Carnot,
Ao meu filho, Tácio,
com carinho e amor

DEDICO.



AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Administração e Economia, pela oportunidade de participar do Curso de Mestrado em Administração Rural.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

Ao professor orientador Antonio João dos Reis, pela presteza, dedicação, amizade e sábias orientações, e aos professores Ricardo Pereira Reis, Antônio Nazareno Guimarães Mendes, Ruben Delly Veiga, pela revisão e preciosas sugestões apresentadas.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG/Machado - MG), na pessoa do senhor Edson Marques da Silva, pelo fornecimento de dados.

Aos professores do mestrado em Administração Rural, pelas disciplinas ministradas.

Aos funcionários de Departamento de Administração e Economia da UFLA, pela amizade e colaboração.

Aos colegas e professores do Departamento de Administração e Economia da UFLA, especialmente Maria Cristina Angélico Mendonça e Arnaldo Pereira Vieira, pela amizade, companheirismo e incentivo.

Aos colegas de mestrado, especialmente Ilda Maria Ribeiro Sottani, pela magnífica união, companheirismo e convivência.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Importância econômica da cafeicultura no Brasil.....	1
1.2 O problema e sua importância.....	3
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo geral.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
2.1 O preço e a política externa do café.....	6
2.2 A produtividade da cafeicultura.....	10
2.3 Densidade de Plantio.....	15
3 METODOLOGIA.....	19
3.1 Localização e caracterização do experimento.....	19
3.2 Modelo teórico e analítico.....	21
3.2.1 Teoria da produção.....	21
3.2.1.1 A Função de Produção e Eficiência Econômica.....	23
3.2.1.2 A função de custo.....	25
3.2.2 Receita líquida.....	27
3.3 Modelo de análise.....	28

	Página
3.3.1 A função Cobb-Douglas.....	28
3.3.2 Produtividades marginais e elasticidades.....	30
3.3.3 Definição e operacionalização das variáveis.....	31
3.3.4 Análise estatística e análise de variância (ANAVA).....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1 Análise do modelo econométrico.....	36
4.1.1 Modelo econométrico para custo médio por saca.....	36
4.1.2 Modelo econométrico para custo médio por hectare.....	37
4.2 Análise econômica das funções de produção.....	39
4.2.1 Custo médio por saca.....	39
4.2.2 Custo médio por hectare.....	39
4.2.3 Valor do produto físico marginal.....	40
4.2.4 Análise de receitas e custos.....	43
4.3 Análise de variância dos espaçamentos.....	47
5 CONCLUSÕES.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXOS.....	58

RESUMO

PÁDUA, Tassiana de Souza. **Análise econômica de espaçamento para a cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) - Um estudo no Sul de Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 1998. 63p. (Dissertação - Mestrado em Administração Rural)*

O presente trabalho procurou estudar a atividade cafeeira com o intuito de avaliar os possíveis espaçamentos econômicos entre plantas e entre fileiras da lavoura. Para tal, procurou-se estimar funções de produção e determinar o resultado econômico proveniente de um experimento instalado na Fazenda Experimental da EPAMIG na cidade de Machado, região sul de Minas Gerais. A metodologia utilizada foi a função de produção do tipo Cobb-Douglas, com base na teoria da economia de produção e teoria do custo, e a análise da receita líquida do experimento. Os resultados obtidos permitiram verificar que, nas condições estudadas, o espaçamento de 3,00 x 0,50 metros apresenta melhores condições para que o produtor aumente sua rentabilidade/ha quando existem possibilidades de mecanização da lavoura. Foi possível verificar também que o espaçamento ideal é de 2,00 metros entre fileiras, e 0,50 ou 0,75 metros entre plantas, indicando maior rentabilidade/ha para manejo manual do cafeeiro. Através da função de Cobb-Douglas foi possível verificar que a população de plantas de cafeeiro que leva ao ótimo econômico, 4.281 plantas/ha, pode ser obtida com o espaçamento 3,00 x 0,75m, independentemente da mecanização da lavoura.

* Comitê Orientador: Antônio João dos Reis - UFLA (Orientador), Ricardo Pereira Reis - UFLA e Ruben Delly Veiga - UFLA.

ABSTRACT

PÁDUA, Tassiana de Souza. **Economical spacing in coffee culture (*Coffea arabica* L.) - A study in South of Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 1998. 63p. (Dissertation – Master Program in Rural Administration)*

The present work sought to study the coffee crop business with the purpose of evaluating the possible economical spacings between plants and their rows. So, it was aimed to estimate production function and establishment the economical result coming from a experiment set up on the Experimental Farm of EPAMIG in the city of Machado, Southern region of Minas Gerais. The methodology utilized was the production function of the Cobb-Douglas embased in theory of production economic and cost theory, and kind of analyses by net income. The results obtained enabled to verify that, under the condutions studied, the 3,00 x 0,50 meter spacings present better conditions in order that the farmer increases its profitability/ha when there are mechanization possibilities of the rop. It was also to verify that the suitable spacing is of 2,00 meter between rows and 0,50 or 0,75 meters between plants, denoting greater profitability/ha for hand management of the coffee tree. Through at production function of the Cobb-Douglas, it was to verify wich plants population that induce to economics excellent, 4.281 plants/ha, it is can obtained with the 3,00 x 0,75 meters spacing, independence of the mechanization of the rop.

* Guidance Committee: Antônio João dos Reis - UFLA (Major Professor), Ricardo Pereira Reis - UFLA e Ruben Delly Veiga - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Importância econômica da cafeicultura no Brasil

O café no Brasil é um exemplo clássico de um produto agrícola que se desenvolveu ao sabor dos objetivos de desenvolvimento econômico, cuja importância transcendia em muito os limites das políticas setoriais. No início do século, o café representava algo em torno de 70% das receitas brasileiras com as exportações de todos os seus produtos. Desta forma, o café foi, durante muito tempo, a única fonte de divisas disponível para financiar o processo de industrialização pelo qual passou a economia brasileira neste século (Ferreira Filho, 1993).

Além disso, Caixeta et al. (1975) relatam que, em meados deste século, o café constituiu importante fonte de renda para a economia brasileira pela sua participação na receita cambial do País, pela transferência de rendas para outros setores, bem como na formação de capital dentro do setor agrícola, apesar da importância relativa de sua participação nas exportações brasileiras ter declinado substancialmente. No ano agrícola de 1963/64, a produção total de café do Brasil já se mostrava insuficiente para atender ao seu consumo interno e à exportação, em decorrência de fatores como a erradicação das lavouras cafeeiras ocorrida em anos anteriores, problemas de preços internos e, ainda, adversidades climáticas.

A cultura do café, historicamente, foi responsável pela abertura de vastas regiões, ocupando terras antes sem uso, criando empregos, gerando rendas e desenvolvimento. Acredita-se que a cafeicultura gere um emprego direto para cada 3 hectares cultivados; considerando-se todos os setores envolvidos, como produção, indústria, comércio e serviços, estima-se a significativa soma de 10 milhões de empregos no Brasil. Além disso, a atividade é fixadora de mão-de-

obra no campo e em pequenos municípios, contribuindo para evitar o excessivo crescimento de centros urbanos (Cenário, 1995).

Os números relativos às exportações de café mostrados no Tabela 1 atestam a importância da atividade no Brasil. O Tabela mostra o volume de divisas gerado pelas exportações de café, verde e solúvel, bem como a participação percentual no total exportado pelo país. Pode-se observar que, embora sua participação tenha decrescido, a cafeicultura ainda é responsável por boa parte das divisas arrecadadas, com valores próximos a US\$ 2 bilhões/ano, excetuando-se os anos de 1989/93, devido à queda nas cotações.

TABELA 1. Exportações brasileiras de café e percentual (%) relativo às exportações totais - Período 1980/1997.

Período	Café (US\$ mil)	Café/Exp. Brasil (%)
1980	2.771.205	13,76
1981	1.754.260	7,53
1982	2.108.914	10,45
1983	2.340.335	10,69
1984	2.852.672	10,56
1985	2.619.144	10,22
1986	2.327.094	10,41
1987	2.169.011	8,27
1988	2.221.869	6,56
1989	1.780.860	5,18
1990	1.284.686	4,09
1991	1.575.841	4,98
1992	1.097.915	3,03
1993	1.241.975	3,13
1994	2.534.651	5,82
1995	1.969.847	5,22
1996	1.718.000	4,39
1997*	1.385.000	6,18

Fonte: Anuário Estatístico de Café (1997).

*Primeiro semestre.

Especialistas do setor prevêem um quadro econômico favorável para o Brasil. Estima-se um aumento no consumo de café superior a dez milhões de sacas, com crescimentos previstos da demanda na Europa Central e Oriental e nos Estados Unidos. No Brasil, os investimentos são feitos objetivando uma elevação de passar do consumo, passando de 11 milhões de sacas em 1996 para 15 milhões no ano 2000 (Caixeta, 1997).

Devido a diminuição nos estoques de café, tanto nos países produtores como nos importadores, a expectativa atual, segundo Caixeta (1997), é de que, pelo menos nos próximos três anos, a produção mundial exportável seja menor do que o consumo nos países importadores. A autora afirma ser “a hora e a vez do Brasil”.

1.2 O problema e sua importância

A cafeicultura é uma atividade extremamente complexa e como tal deve ser administrada com eficiência, permitindo, assim, maior retorno de capital. Para isto, é necessário que o cafeicultor tenha conhecimento, de forma clara e precisa, de todos os custos das operações decorrentes da implantação e/ou manejo de sua lavoura.

A lavoura cafeeira é conduzida sob as mais variadas condições do meio fisiográfico, técnico e social, sendo inúmeros os fatores que atuam, tanto isoladamente como em grupos, para as mais sensíveis diferenças nos custos de produção, promovendo resultados algumas vezes favoráveis e outras desfavoráveis na economia da empresa rural. A escolha incorreta do espaçamento é um dos fatores que levam à diminuição da renda do cafeicultor.

Segundo Martin et al. (1995), o espaçamento, somado a outras técnicas necessárias para o bom desenvolvimento da cultura do café, é um dos maiores responsáveis pela produtividade da lavoura. É importante ressaltar que a

viabilidade econômica da cultura do café não reside unicamente na ampliação da população cafeeira, mas também na utilização racional dos fatores de produção e, conseqüentemente, na melhoria da produtividade. Com um dado uso de recursos e tecnologias adequadas, tem-se obtido produtividades diversas. Para os autores, só os produtores que têm corretamente usado os recursos e técnicas no processo produtivo do café alcançam melhores resultados técnicos e econômicos.

Nos estudos econômicos das produções agrícolas, as funções de produção têm sido um importante instrumento que, de certa maneira, avaliam os efeitos das variações dos insumos sobre as variações na produção. Segundo Contini et al. (1986), através de resultados de experimentos agrícolas é possível determinar uma função de produção e o ponto ótimo de produção. Conhecidos os preços dos insumos e dos produtos, pode-se determinar a quantidade ótima de cada insumo a ser utilizado para que a renda líquida do agricultor seja otimizada.

A alocação de recursos como quantidade de insumos, mão-de-obra e equipamentos utilizados na condução da lavoura cafeeira, gerando assim um custo de produção, dependem do espaçamento escolhido pelo cafeeiro. Esse espaçamento pode, às vezes, não ser o economicamente mais viável já que o produtor não dispõe de informações que o auxiliem nesse aspecto.

Nota-se, em decorrência desta situação e sabendo-se da carência de pesquisas referentes ao espaçamento econômico da cultura do café, a importância do estudo da viabilidade econômica entre os diferentes custos de produção do cafeeiro, buscando um melhor gerenciamento dos recursos e tecnologias adotadas na produção da atividade.

Dentro dessas considerações, o presente trabalho buscou avaliar o espaçamento econômico ótimo entre fileiras e entre plantas de café.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Avaliar economicamente os espaçamentos entre plantas e entre fileiras de cafeeiro.

1.3.2 Objetivos específicos

- **Estimar o resultado econômico da produção do cafeeiro.**
- **Verificar a relação entre o custo e o número de plantas do cafeeiro.**
- **Identificar os possíveis espaçamentos ótimos econômicos para a cultura do café.**

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O preço e a política externa do café

O café é uma das “commodities” mais importantes do mercado mundial de produtos agrícolas e agroindustriais. Esta importância está consubstanciada no valor agregado do produto que vai desde o cafeicultor até o consumidor final (Moricochi e Martin, 1993).

Após a suspensão das cláusulas econômicas do Acordo Internacional do Café (AIC), em julho de 1989, os estoques de café em mãos dos países consumidores chegaram a 22 milhões de sacas, sendo responsáveis pela pressão baixista sobre os preços nos anos subsequentes. Segundo Moricochi (1995), a expectativa foi de que esses estoques, estimados em 8,5 milhões de sacas em 1995, continuassem diminuindo. Esse fato se comprovou no ano seguinte, quando os estoques governamentais chegaram a 7 milhões de sacas, porém com a recuperação da política de preços, em 1997, os estoques atingiram a margem dos 10 milhões de sacas de café (Caixeta, 1997).

As tentativas de acordo entre países produtores, a fim de controlar a oferta mundial e procurar estabilizar preços do café, provêm do início do século. Entretanto, os primeiros resultados concretos só ocorreram em 28 de novembro de 1940, quando foi firmado o Convênio Interamericano do Café, em Washington (Freitas, 1989).

Apesar das dificuldades de controle das quotas, em 1962 foi firmado o primeiro Acordo Internacional do Café, contando com 42 membros exportadores e 25 importadores, sendo a Organização Internacional do Café (OIC) o órgão responsável pela operacionalização das decisões do acordo. Até 1983, foram firmados mais três acordos internacionais, praticamente com os mesmos objetivos estabelecidos pelo primeiro AIC.

O sistema de quotas de exportação vigorou nos períodos de 1965 a 1972, de 1981 a 1985, em 1988 e 1989, encerrando-se em 1990 e 1991. Em fevereiro de 1986, este sistema foi suspenso em decorrência do rápido aumento de preços causado pela previsão de redução drástica da safra brasileira de 1986, devido à severa seca de fins de 1985 e princípios de 1986. Efetivamente, a safra foi de apenas 11 milhões de sacas e os preços reais atingiram níveis similares aos de 1976 e 1977, refletindo os efeitos da geada de 1975.

As cotas foram reintroduzidas no final de 1987 permanecendo nos anos de 1988 e 1989. Porém, em um Tabela de excessiva oferta mundial, em julho de 1989, as cláusulas econômicas estabelecidas no último AIC, em 1983, foram suspensas. Segundo Moricochi e Martin (1994), este fato ocorreu principalmente, devido à resistência do Brasil às pressões dos países consumidores, principalmente os Estados Unidos, para ceder parte de sua quota de exportação (da ordem de 30%) para outros países produtores, comprometidos politicamente com as principais nações consumidoras. Assim, foi suspensa a regulamentação existente no mercado mundial.

Não existe ainda um consenso, entre os atores que lidam com política externa do café, quanto à conveniência ou não de o Brasil participar de acordos que visam limitar a oferta do produto para obtenção de preços mais elevados. Para Moricochi (1996), várias são as razões para que o Brasil não participe de quaisquer tipos de acordos que limitem a sua capacidade de oferta de café no mercado externo. Entre elas, destaca-se a de que é muito difícil conseguir estabilidade de mercado e de receitas através de acordos. Como o Brasil é o maior produtor e exportador de café e como possui maior potencial competitivo na exportação de café, continuará a pagar o maior ônus de qualquer política de sustentação artificial de preços.

Ainda segundo o mesmo autor, “os colombianos nos ensinam que é preciso gastar alguns milhões de dólares anualmente para consolidar a imagem de seu produto no exterior”. Neste sentido, o Brasil precisa tornar sua política interna e externa de comercialização mais agressiva.

Bertone et al., citados por Vegro (1994), afirmam que as razões do declínio brasileiro quanto à produção de café, vinculam-se à estratégia adotada entre consumidores e produtores na regulamentação do mercado que persistiu durante o período de vigência do AIC. Mantendo-se preços artificialmente elevados, muitos outros países produtores expandiram suas áreas cultivadas, pressionando não só os preços praticados internacionalmente, como ainda a quota brasileira.

Para o produtor, o preço real pago pela saca de 60 quilos de café beneficiado variou de R\$59,44 a R\$237,38 no período de 1986 a 1995, apresentando uma média de R\$162,94 (Preços Agrícolas, 1995/1996). A produção brasileira de café beneficiado e o preço recebido pelos produtores tenderam a crescer de 1969 a 1987 e apresentaram tendência de queda a partir de então, até 1995 (Bacha, 1996). Além disso, a produção brasileira de café se caracteriza por grandes flutuações de um ano para outro devido ao ciclo bienal do cafeeiro, ou seja, a alternância de um ano com grande florada seguido de outro com pequenas floradas, além da ocorrência de adversidades climáticas.

Outro fator determinante do declínio brasileiro no mercado foi a perda da qualidade do produto nacional (Cafeicultura, 1993). Os principais concorrentes brasileiros perceberam mais cedo o aumento de consumo de cafés especiais e induziram modificações significativas entre seus produtores, resultando em aumento de produtividade e melhoria da qualidade do produto que domina a preferência entre os consumidores. Segundo Bertone (1992), o país precisava desfazer sua imagem negativa no exterior, de produtor de café de qualidade

inferior. A antiga política governamental de adquirir, através do Instituto Brasileiro do Café (IBC), o excedente da produção interna sem levar muito em consideração a questão da qualidade, contribuiu para essa situação. Com a comercialização livre do produto, após a extinção do IBC, em 1990, a qualidade passou a assumir papel relevante para o sucesso da cafeicultura brasileira.

Martin et al. (1995) e Carneiro Filho (1996) consideram desafios para o cafeicultor de hoje, o aumento da competição nos mercados cafeeiros frente à globalização e a ausência de mecanismos de intervenção (após o término do AIC e extinção do IBC), além da necessidade de reestruturar a forma de produção do café, uma vez que os preços recebidos pelos produtores dependem das condições de mercado. Assim, começa a se acelerar no setor a utilização de sistemas de produção inovadores, buscando aumentos da competitividade da empresa agrícola através de diferenciações de mercado pela qualidade, redução de custos de produção e adoção de novas tecnologias de produção e administração do negócio.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) já iniciou esforços na direção da qualidade total para a lavoura cafeeira. A experiência da EPAMIG indica que melhores resultados podem ser obtidos na condução de programas de racionalização e revigoramento da lavoura cafeeira, à semelhança do que existiu em meados da década de 70 (Cafeicultura, 1993).

Em 1969, o Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura (GERCA) conduziu um programa de revigoramento (Plano Nacional de Renovação e Revigoramento dos Cafezais) cuja a meta principal era a ampliação da oferta a partir de uma drástica mudança do perfil tecnológico utilizado na cafeicultura (Vegro et al., 1995). Esta fase se caracterizou por forte influência do governo através de apoio creditício ao produtor e em várias regiões, o plano de renovação foi executado com grande intensidade e cuidados técnicos. O sul de Minas Gerais foi um bom exemplo, não só pelo interesse demonstrado na

renovação de suas lavouras de café, como também por apresentar excelentes condições edafo-climáticas para o desenvolvimento da cultura (Alves, 1977).

Nos programas atuais, a temática da mudança técnica continua prioritária, somada a preocupações ambientais e compromissada com visão abrangente do sistema agropecuário (Vegro et al., 1995; Caixeta, 1997).

Em busca de maior produtividade, os agricultores procuram empregar material genético de melhor qualidade, bem como usar métodos mais modernos de condução das culturas. Segundo Ferreira Filho (1993), as lavouras devem ser planejadas dentro de novos padrões produtivos: variedades compatíveis às condições locais, lavouras adensadas, financiamentos - com taxas e prazos apropriados - para tratos culturais e correção do solo, colheita exclusivamente voltada para a qualidade da bebida e comercialização no âmbito das cooperativas, dentre outras medidas. Consequentemente, pode haver alteração no número médio de plantas por área e alteração na produção nacional de café.

2.2 A produtividade da cafeicultura

A boa rentabilidade oferecida pela cafeicultura tem mantido diferentes tipos de produtores no mercado. No sul de Minas, o café é responsável por 69,90% da renda das propriedades rurais, a despeito de ocupar apenas 15,34% da área, confirmando o fato de a cafeicultura ocupar papel de destaque na economia da região, ainda muito dependente do setor agropecuário (SEBRAE, 1996).

Os retornos de investimentos em café encontrados na pesquisa conduzida por Guimarães (1990) foram superiores às médias para o setor agropecuário, evidenciando a viabilidade do investimento em cafeicultura na região estudada, o sul de Minas Gerais. Para o autor, “estes retornos estão intimamente relacionados com a tecnologia adotada pela empresa”.

Segundo Oliveira (1985), a renda líquida familiar dos proprietários com café atingiu níveis mais elevados do que os que não possuíam café, conforme a pesquisa realizada na região da Zona da Mata em Minas Gerais.

Apesar da importância econômica da cafeicultura para a região sul de Minas Gerais, e de certa forma para o país, a atividade atravessou momentos de grandes dificuldades. A área plantada sofreu reduções sistemáticas até 1994, como pode ser visto no Tabela 2. Entre 1989 e 1994, a redução foi de 24,6% na área plantada no Brasil e 10,4% em Minas Gerais, que é o maior produtor do país. Atualmente, os altos preços pagos pela saca de café vêm levando os produtores a implantarem novas lavouras em suas áreas.

No mesmo período, de 1989 a 1994, o volume produzido manteve-se estável no país e sofreu pequeno acréscimo em Minas Gerais, o que significa ganhos de produtividade devido à transferência de recursos, com o abandono de áreas menos produtivas e a aplicação intensiva de capital em áreas remanescentes (SEBRAE, 1996).

TABELA 2. Área e produção de café no Brasil e Minas Gerais - Período 1989/1994.

Ano	BR/Área Mil ha	BR/Produção Mil sacas (1)	MG/Área Mil ha	MG/Produção Mil sacas (1)
1989	3.041	25.538	996	9.725
1990	2.910	24.023	963	8.673
1991	2.764	25.382	958	9.937
1992	2.510	21.628	950	9.221
1993	2.300	21.448	891	9.622
1994	2.292	25.500	892	10.232

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil (1996).

(1)sacas de 60 kg de café verde beneficiado

Um dos grandes problemas apresentados pela cafeicultura brasileira está nos baixos níveis de produtividade nas lavouras. Analisando-se as safras de 1990/91 a 1996/97, observa-se que a produção obtida foi pequena em relação ao parque cafeeiro, resultando na produtividade média de apenas 10,3 sacas por hectare, como pode ser observado no Tabela 3. Por área, considerada uma densidade média de 1400 pés/ha no período de 1990/92, essa produtividade foi de 9,2 sacas beneficiadas/ha (Matiello et al., 1993).

Deve-se observar, segundo Matiello et al (1993), “que mais de 60% dos cafeeiros no Brasil vêm produzindo deficitariamente (menos de 10 sacas/ha), 25% com produtividade razoável (entre 10 e 20 sacas/ha) e somente 9% apresentam boa produtividade, ou seja, acima de 20 sacas/ha.”

Em relação aos demais países produtores de café, observa-se que o Brasil, apesar de ser o maior em produção, perde bastante em termos de produtividade. Países como a Costa Rica e a Colômbia lideram com produtividade média de 16-23 sacas/ha, como pode-se observar no Tabela 4.

TABELA 3. Parque cafeeiro, produção e produtividade da cafeicultura brasileira
- Safras 1990/91 a 1996/97.

Ano/Safra	Parque (milhões de plantas)	Safra – Produção (milhões sacas benef.)	Produtividade (sacas/ha)
1990/91	4210	31,0	9,2
1991/92	4230	28,5	8,4
1992/93	3460	24,0	10,9
1993/94	3120	28,5	12,3
1994/95	3170	26,0	11,2
1995/96	3080	16,8	7,4
1996/97	3100	27,5	12,5
média 1990/97	3481	26,0	10,3

Fonte: Anuário Estatístico do Café (1996).

TABELA 4. Produção e produtividade média (sacas de 60kg), da cafeicultura em vários países - Situação em 1990/1992.

Países	Produção (sacas/mil pés)	Produtividade (sacas/ha)
Costa Rica	6,0	22,7
Colômbia	4,5	16,0
Quênia	10,4	14,0
El Salvador	4,2	12,9
Indonésia	5,8	9,5
Brasil	7,0	9,2
Camarões	3,3	7,7
Costa do Marfim	3,1	3,7

Fonte: Matiello et al. (1993).

A melhoria da produtividade do café está intimamente relacionada com sua rentabilidade, uma vez que uma alta produção por hectare induz a uma redução nos custos e, conseqüentemente, a uma maximização da receita dos produtores. Assim, o café tende a se tornar competitivo em relação a outros produtos agrícolas e, também, relativamente a outros países produtores.

Nas propriedades cafezeiras existem, normalmente, lavouras em vários estágios e com diferentes padrões de produtividade. São talhões ou lotes de idades ou variedades diversas, espaçamentos variados, tipos de solos mais ou menos adequados, etc., além de áreas livres sem café. Assim, existem dois caminhos naturais para melhorar a produtividade: a seleção de lavouras, com recuperação da parte necessitada ou do todo e abandono das demais e/ou a renovação de lavouras, com novos plantios nas áreas livres ou naquelas liberadas.

Atualmente, o que se deseja é uma interação que resulte em boa produção por área, mesmo que ocorra menor produção por planta. A planta que produz menos se desgasta menos, mantendo mais equilibrada a relação entre sua parte aérea e seu sistema radicular. Experimentalmente, verifica-se que este equilíbrio

pode ser obtido com o uso de espaçamentos adequados a cada sistema de exploração, conforme Matiello et al. (1993).

Até recentemente, havia no Brasil uma valorização da produtividade de café por cafeeiro, a ponto de se fazer plantios em moitas (4 pés/cova), e em espaçamentos largos (3 a 4 metros entre “moitas” na linha por 3 a 4 metros entre as linhas), possibilitando a colheita de até uma saca de frutos (60-100 litros) por pé (Portugal, 1985; Matiello et al., 1993).

No sistema de plantio, a escolha do espaçamento adequado é um dos fatores fundamentais que contribuem para aumentar a produtividade e se obter melhor relação custo/benefício, principalmente a curto prazo, sendo o plantio adensado um dos fatores técnicos que diminuem o custo de produção por saca do café (Sera, 1984). Desse modo, programas de pesquisas buscaram adensamentos ainda maiores ou os plantios super-adensados, na base de 0,70m a 1,20m entre fileiras por 0,70m a 1,00m entre plantas, em substituição ao espaçamento tradicional ou de livre crescimento, podendo haver até 20-30 mil plantas por hectare, visando altas produtividades iniciais por área.

A grande erradicação dos cafeeiros observada nos últimos anos provavelmente se deu com maior intensidade em áreas decadentes, de maior custo de produção. Isto implica que o parque cafeeiro restante deve ser, em média, mais vigoroso e produtivo em situações normais de tratamentos culturais que o anterior. Este é o processo de seleção natural do mercado, que faz com que apenas os mais aptos sobrevivam. Esta capacidade de se manter no mercado está relacionada com a adoção de tecnologia adequada, isto é, com a implantação, entre outras coisas, do cafezal na forma adensada.

2.3 Densidade de plantio

O sistema de plantio adensado do cafeeiro é comum em muitos países onde se cultiva café arábica, sendo um dos fatores mais importantes a se considerar na implantação da lavoura. O espaçamento para o cafeeiro vem sendo estudado no Brasil desde a década de 30, com maior ênfase a partir de 1976, buscando soluções para os diferentes aspectos que envolvam a sua recomendação.

Além da produtividade, ao se recomendar um espaçamento deve-se levar em conta uma série de fatores de grande importância que, segundo Miguel et al. (1986a), são: mecanização de tratos culturais, mecanização da colheita, riscos da própria cultura (geadas e secas), condições topográficas (declividade), condições climáticas e seus reflexos na maturação, escolha do cultivar, alternativas agrícolas existentes, disponibilidade de mão-de-obra, condução da cultura (adoção de podas) e custo inicial de formação.

O adensamento da cultura é uma das inovações tecnológicas que vêm sendo adotadas na recomendação do espaçamento para implantação de uma lavoura cafeeira. Fundamentalmente, eleva-se a densidade de plantas por hectare que, associada a melhorias na colheita e na fase de preparo do café, amplia a produção e a proporção de produto que obtém diferencial de preço.

Para Sera (1984), o espaçamento de plantio mais adensado soma-se às várias técnicas viáveis que aumentam a produtividade/ha e diminuem o custo de produção/saca sem reduzir a produtividade, sendo assim capazes de melhorar a capitalização do cafeeiro. Outras vantagens do plantio adensado são citadas por Miguel et al. (1986a): menor investimento em terras, maior economia nas operações de capina, adubação e transporte e possibilidade de aproveitamento de áreas melhor situadas e menos sujeitas às adversidades climáticas (geada, vento). Miguel et al. (1994) e Pavan et al. (1991) ainda ressaltam que o sistema adensado

proporciona melhores condições ambientais, contribuindo eficientemente para a melhoria da fertilidade do solo.

Miguel et al. (1986b) consideram desvantagens do sistema adensado um maior investimento inicial com as mudas, maior dificuldade e maior despesa quanto às operações de colheita e pulverização dos cafezais, e a necessidade de adotar podas sistemáticas, exigindo maior conhecimento e mais trabalho por parte do cafeicultor.

Os espaçamentos tradicionalmente utilizados na cafeicultura do Brasil variam de 3,5 a 4,0 metros por 3,5 a 4,0 metros (plantas dispostas em Tabela), resultando em uma densidade de 700 a 800 plantas por hectare, muito comum nas plantações antigas dos estados do Paraná e São Paulo. Estes espaçamentos, além de promoverem um sub-aproveitamento do terreno, condicionam uma produtividade muito baixa (Miguel et al., 1986b).

Com a implantação e execução do Plano Nacional de Renovação e Revigoração de Cafezais, os espaçamentos passaram a ser recomendados na faixa de 3,0 a 4,0 m entre ruas e 1,5 a 2,0 m entre covas, condicionando uma população média de 1500 a 2000 covas/ ha.

Segundo Bartholo et al. (1998), a partir de 1980, vários ensaios foram realizados e mostraram grandes vantagens do plantio com menores distâncias entre fileiras e, principalmente, entre covas na linha. Os resultados de vários trabalhos indicaram que quando se executa o adensamento nos dois sentidos, as produções são elevadas por área.

Para Matiello (1986), “a escolha do espaçamento adequado representa um passo importante para o aumento da produção, especialmente quanto à produtividade”, sendo, porém, o sistema adensado recomendado para pequenas propriedades ou para áreas de terras mais valorizadas, exigindo um esquema programado de podas. Autores como Araújo (1976), Almeida et al. (1983),

Miguel et al. (1983), Miguel et al. (1986a), Paes de Camargo et al. (1986), Toledo et al. (1989) e Nacif et al. (1995) compartilham desta idéia, e acrescentam que altas densidades de plantas por unidade de área somente possibilitam altos rendimentos com a adoção de programas adequados de fertilização, tecnologia de aplicação de defensivos, de controle de ferrugem, operações de colheita e mecanização da cultura.

Na atividade cafeeira, como em qualquer negócio empresarial, deve-se buscar o uso racional dos fatores e a redução do custo de produção. Matiello et al. (1993), em seu trabalho sobre “recuperação e/ou renovação de cafezais” mostram que os custos decrescem à medida em que aumenta a produtividade e afirmam que isso acontece porque despesas fixas como administração, capinas, arruação, esparramação, e infra-estrutura de preparo são praticamente as mesmas, independente da lavoura estar muito ou pouco produtiva. Por sua vez, o custo variável (gastos com mais fertilizante e melhor controle de pragas e doenças), embora pese pouco em relação ao global, influencia bastante quanto ao aumento da produtividade.

Desta forma, estudos e levantamentos de custos nas propriedades cafeeiras são importantes para que os cafeicultores possam se orientar melhor, buscando uma atividade cada vez mais competitiva. Nas propriedades, as despesas necessárias à produção do café dependem das condições de cultivo, destacando-se as condições ambientais (clima e solo), cultivar utilizada, espaçamento adotado, nível dos tratamentos culturais efetuados e produtividade alcançada.

Vários trabalhos mostram que nos cafezais renovados com plantios adensados, a produtividade tem se situado em níveis superiores às lavouras tradicionais, produzindo de 2,14 a 2,99 vezes mais (Miguel et al., 1983; Almeida

et al., 1983; Miguel et al., 1986b; Matiello, 1986; Guimarães et al., 1995 e Martin et al., 1995).

Garcia e Miguel (1995), estudando o comportamento dos custos na lavoura cafeeira no sul de Minas Gerais, concluíram que, quando comparado ao sistema de exploração “renque convencional” (espaçamento 4,00 m x 0,70 m), “o sistema de plantio adensado é economicamente compensador, principalmente para mais de 40 sacas de produtividade por ha, pois o custo por saca é até 30% mais barato”.

Os resultados do trabalho realizado por Rodrigues (1994) mostram que, no sistema tradicional, 19,24% do total de custos de produção referem-se a insumos e 80,76% às operações, sendo que, no sistema adensado, estes valores são de 25,26% e 74,74% do custo, respectivamente. No sistema tradicional, 27,27% das operações referem-se a colheita e, no adensado, este valor é de 39,47%. Ainda assim, o custo de produção de uma saca de 60 kg de café beneficiado no sistema adensado foi 44% menor que no sistema tradicional.

3 METODOLOGIA

3.1 Localização e caracterização do experimento

O Estado de Minas Gerais foi selecionado para a presente pesquisa, levando-se em consideração a participação do café na sua produção agrícola e sua representatividade na produção nacional, da ordem de 50% (Tabela 5).

O sul de Minas Gerais é uma das 15 zonas fisiográficas do Estado de Minas Gerais, apresentando fácil acesso aos principais centros consumidores do país: São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. As condições ecológicas desta região, principalmente a climática, são excelentes para o desenvolvimento da cultura do café, assegurando-lhe a produção de cafés qualitativamente superiores aos das outras regiões.

TABELA 5. Participação brasileira na produção de café (milhões de sacas de 60kg) - Safras 1991/92 a 1996/97.

	Paraná		São Paulo		Minas Gerais		Espírito Santo		Outros		Brasil	
	mil scs.	%	mil scs.	%	mil scs.	%	mil scs.	%	mil scs.	%	mil scs.	%
91/92	2,5	8,8	4,0	14,0	13,5	47,4	5,5	19,3	3,0	10,5	28,5	100
92/93	1,8	7,5	5,2	21,7	9,5	39,6	5,0	20,8	2,5	10,4	24,0	100
93/94	3,0	10,5	5,5	19,3	13,0	45,6	4,5	15,8	2,5	8,8	28,5	100
94/95	2,0	7,7	4,0	15,4	13,0	50,0	4,0	15,4	3,0	11,5	26,0	100
95/96	0,2	1,2	1,8	10,7	9,2	54,8	3,1	18,5	2,5	14,9	16,8	100
96/97	0,8	3,1	3,0	10,6	15,0	54,9	5,3	19,6	3,0	11,8	27,1	100
Média	1,72	6,47	3,92	13,28	12,2	48,72	4,57	18,23	2,75	11,32	25,15	100

Fonte: Anuário Estatístico do Café (1996).

Este trabalho se baseou no experimento “Ensaio de espaçamento em café Catuai”, instalado em 1992 por pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), na Fazenda Experimental de Machado, região sul de Minas Gerais. O município de Machado situa-se a 874,35m de altitude média, tendo como coordenadas geográficas 21°40’ de latitude e 45°55’ de longitude. O solo da área experimental é considerado um Latossolo Vermelho Escuro, característico da maior parte de Minas Gerais e, segundo Miguel et al. (1994) é um dos melhores para a condução de lavouras adensadas.

Este experimento objetivou estudar o espaçamento dentro e entre fileiras. Para tal, foi utilizada a cultivar Catuai Vermelho, linhagem LCH 2077-2-5-44, num arranjo fatorial de 4x3 em blocos ao acaso, com 4 repetições. Os níveis dos fatores foram quatro espaçamentos entre fileiras (2,00; 2,50; 3,00;3,50m) combinados com três espaçamentos entre plantas (0,50; 0,75; 1,00 m), resultando numa população que variou de 2.857 a 10.000 plantas/ha, conforme Tabela 6.

O sistema adensado compreende o uso de espaçamentos menores que resulta, em geral, numa população cafeeira de 4.000 a 10.000 plantas por hectare. Os espaçamentos são geralmente de 1,0 - 3,0m entre linhas e 0,5 - 1,0m entre plantas. Há casos extremos, que variam de 15.000 até 40.000 cafeeiros por hectare, formando uma verdadeira floresta, com colheita somente dos ramos ponteiros. Esse sistema de super adensamento, com condução totalmente diversa do adensado ou do plantio tradicional (livre crescimento), necessita de mais estudos e não será aqui abordado.

A variedade Catuai Vermelho teve origem como produto de recombinação, a partir de um cruzamento artificial entre variedades de cafeeiros selecionados pela produtividade, Caturra Amarelo e Mundo Novo, realizado pelo IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), em 1947. O cafeeiro Catuai Vermelho

TABELA 6. População de cafeeiros por hectare, de acordo com diferentes espaçamentos, Fazenda Experimental da EPAMIG - Machado, MG - Período 1994/97.

Tratamento	Plantas/ ha	Tratamento	Plantas/ ha
2,00 x 0,50 m	10.000,00	3,00 x 0,50 m	6.666,67
2,00 x 0,75 m	6.666,67	3,00 x 0,75 m	4.444,44
2,00 x 1,00 m	5.000,00	3,00 x 1,00 m	3.333,33
2,50 x 0,50 m	8.000,00	3,50 x 0,50 m	5.714,29
2,50 x 0,75 m	5.333,33	3,50 x 0,75 m	3.810,52
2,50 x 1,00 m	4.000,00	3,50 x 1,00 m	2.857,14

Fonte: SILVA - EPAMIG/Machado - MG (1997)¹

devido ao seu menor porte, além de permitir maior densidade de plantio, torna a colheita mais econômica e facilita os tratamentos fitossanitários. A produção média do café beneficiado, em espaçamentos normais nos experimentos do IAC, varia de 1.500 a 3.000kg/ha. Produções de até 6.000kg/ha de café beneficiado podem ser obtidas em anos de elevada produção e em espaçamentos menores (Fazuoli, 1986).

3.2 Modelo teórico e analítico

3.2.1 Teoria da produção

A teoria utilizada como fundamento desta pesquisa é a economia da produção. Suas pressuposições e fundamentos teórico-matemáticos e econômicos encontram-se descritos em obras que abordam a microeconomia como Hoffmann

¹ Comunicação pessoal com SILVA, Edson Marques (Eng. Agro., Pesquisador da EPAMIG/Machado, Minas Gerais - 1997)

et al. (1981), Leftwich (1991), Beattie e Taylor (1993), Nicholson (1995) e Carvalho (1998).

Segundo Beattie e Taylor (1993) e Reis (1991), a teoria da produção preocupa-se com a escolha e tomada de decisão com relação ao uso de capital, mão-de-obra, terra e outros fatores de produção, e recursos de administração na indústria agrícola, sendo que todos esses fatores, entre outros, constituem o custo de produção. Em suma, a teoria da produção procura determinar as condições segundo as quais se verifica a utilização ótima dos recursos produtivos, à disposição do produtor rural.

O estudo da teoria da produção busca levantar questões e princípios que proporcionam as bases para a análise dos custos e da oferta dos bens produzidos. Além disso, tais princípios se constituem também em peças fundamentais para análise dos preços e do emprego dos fatores, assim como da sua alocação entre os diversos usos alternativos na economia.

O estudo dos problemas referentes à eficiência com que são utilizados os fatores de produção na agricultura, para a empresa agrícola constitui um importante setor da economia da produção agrícola. É o empresário agrícola quem toma a iniciativa da produção, de acordo com os diversos recursos de que pode dispor: terra, trabalho, fertilizantes, máquinas, etc. A gestão da empresa consiste em procurar a combinação mais rentável dos fatores, ou seja, aquela que minimiza os custos para determinado volume de produção, ou a combinação que, para dado custo, maximiza os resultados.

Em teoria econômica, produção é “todo processo de criação de utilidade. Sua característica fundamental é a combinação e coordenação de matéria-prima e energia (recursos) que se transformam em bens e serviços (produtos). Cada produto agrícola requer um processo de transformação e um conjunto de recursos para que possa ser obtido” (Noronha, 1986).

A análise de experimentos, tanto do ponto de vista agrônomo como do econômico, baseia-se na hipótese de que há uma relação funcional entre as quantidades empregadas de insumo e o rendimento cultural obtido. Esta relação é representada pela função de produção. Hoffmann et al. (1981) definem função de produção como sendo uma relação que mostra a quantidade máxima que se pode obter a partir de um conjunto de insumos, para uma dada tecnologia disponível por unidade de tempo.

3.2.1.1 A Função de produção e eficiência econômica

A teoria da produção consiste na análise de como o empresário, dado um certo nível de tecnologia, combina vários insumos para produzir determinado produto de um modo economicamente eficiente, cujos objetivos, conforme Hoffmann et al (1981), são:

- determinar as condições segundo as quais se verifica a utilização ótima dos recursos produtivos à disposição do empresário;
- determinar em quanto a utilização atual desses recursos se afasta do ótimo;
- indicar os meios e métodos a se utilizar para se restringir a utilização ótima partindo da utilização atual dos recursos produtivos.

As funções de produção desempenham importante papel nos estudos econômicos da produção agrícola pois, de certo modo, elas representam a tecnologia empregada no processo de transformação dos insumos em produto, indicando as proporções entre os insumos e o produto que participam deste processo. Nesse sentido, os dados básicos utilizados na estimação da função de produção devem refletir o processo de produção, a fim de tornar os estudos econômicos mais próximos da realidade.

A produção é sempre uma função de muitas variáveis. O estudo da produção se inicia considerando somente um fator variável e os demais constantes. Isso é o que frequentemente se faz na experimentação agrícola quando se estuda a influência sobre a produção vegetal, devido ao espaçamento, número de sementes por cova, adubação, irrigação, etc.

A função de produção clássica apresenta três estágios de produção, sendo o segundo estágio considerado racional do ponto de vista econômico. O primeiro estágio é considerado antieconômico, pois os fatores mantidos constantes estão numa proporção muito alta em relação ao fator variável. O terceiro estágio, também irracional, apresenta uma proporção muito elevada do fator variável em relação aos fatores constantes.

Matematicamente, a função de produção pode ser expressa por:

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n). \quad (1)$$

Esta expressão simbólica significa que Y é uma função de $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, onde Y é a quantidade produzida e $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ representam os “n” insumos que entram neste processo e se transformam em Y.

A obtenção da quantidade de insumos considerada economicamente ótima, isto é, que proporciona lucro máximo, ocorre dentro do segundo estágio de produção, quando a primeira derivada da produção, denominada produto físico marginal (PFMa) do número de plantas, se iguala à relação entre preços da planta e do produto (Beattie e Taylor, 1993).

Matematicamente, o produto físico marginal (PFMa) é expresso como:

$$\text{PFMa} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\delta y}{\delta x}, \quad (2)$$

em que, Δx é a variação unitária do insumo e Δy é a variação unitária do produto.

Em situação de mercado competitivo, tanto para fator quanto para produto, a máxima eficiência econômica se verifica dentro do segundo estágio de

produção, ao mais alto nível de tecnologia, no ponto em que o valor do produto físico marginal se iguala ao preço do fator empregado.

$$\text{Assim, } PFMa = \frac{P_x}{P_y}, \quad (3)$$

$$PFMa * P_y = P_x, \text{ sendo} \quad (4)$$

$$PFMa * P_y = VPFMa \quad (5)$$

em que P_y corresponde ao preço do produto, P_x corresponde ao preço do insumo, e VPFMa (valor do produto físico marginal) que equivale ao valor do acréscimo no produto provocado pelo acréscimo de uma unidade em “x” (insumo).

A produtividade ou produto físico marginal (PFMa) de um recurso x pode ser definida como sendo o acréscimo de produção resultante do acréscimo de uma unidade do fator, ou seja, é o acréscimo do produto físico total dividido pelo acréscimo do recurso variável, mantendo-se constantes os demais recursos, como pode-se observar pela equação (3).

Dividindo-se a produção total y pela quantidade empregada do fator x , obtém-se a produtividade média ou produto físico médio (PFMe) desse fator, que expressa a produtividade média de insumo x :

$$PFMe = \frac{y}{x}, \quad (6)$$

que depende, por um lado, da função a partir da qual é calculada e por outro lado, do insumo x .

3.2.1.2 A função de custo

Os dados de custo de produção, além de sua importância na administração rural, são também intensamente utilizados pelo governo, como subsídios às políticas de crédito rural e de preços mínimos. Também são importantes nas decisões de organizações de produtores (cooperativas, sindicatos

e associações), que têm intensificado a utilização de estimativas de custos agrícolas nas análises da situação das atividades agropecuárias e no apoio às suas reivindicações junto aos governos estaduais e federal.

Atualmente, a cafeicultura busca uma interação favorável entre as tecnologias adotadas para condução da lavoura, que resulte numa boa produção por área, e o custo de produção da mesma, tendo em vista que a atividade pode ser competitiva e, conseqüentemente, rentável.

Vários autores acreditam que o estudo sobre custo de produção é um importante instrumento de análise na escolha da atividade a ser desenvolvida, bem como na identificação dos problemas que estão afetando seus resultados econômicos (Lunga, 1990; Beattie e Taylor, 1993; Nicholson, 1995; Mochon e Troster, 1994; Martin et al., 1995; Vasconcellos e Garcia, 1998).

Segundo Jorge e Moreira (1989), quando se analisa o custo de produção de uma empresa, deve-se considerar o curto e o longo prazo. Estes prazos são enfatizados no planejamento e referem-se ao horizonte de tempo sobre o qual a firma pode expandir. O curto prazo é definido como um período de tempo em que certos tipos de recursos não podem ser modificados, qualquer que seja o nível do produto. Os recursos que podem variar neste prazo são chamados recursos variáveis e originam os custos variáveis de produção, e os que não podem variar são chamados recursos fixos e definem os custos fixos. No longo prazo, todos os recursos são variáveis, ou seja, a quantidade de todos os fatores pode ser modificada de tal forma a obter a combinação mais eficiente.

O custo total de produção é formado pelo custo fixo total e pelo custo variável total. O custo médio total é obtido da relação entre o custo total e a quantidade produzida.

3.2.2 Receita Líquida

Segundo Reis (1991), receita representa o resultado da atividade em valores monetários. Em sua expressão mais simples, é a multiplicação do preço pela quantidade produzida (pressupostamente igual a vendida), sendo que a análise consiste, em geral, na comparação da receita com o custo. Para efeito de análise, o conceito mais usado é receita média (ou preço) por unidade do produto principal.

As receitas líquidas médias provenientes das diferentes populações deste estudo foram calculadas pela diferença entre o preço da saca de 60kg de café beneficiado pago ao produtor e o custo total médio de cada saca, assim como pela diferença entre o valor da produção de 1 (um) hectare e o custo total médio por hectare.

As médias anuais dos preços da saca de 60kg de café beneficiado, já deflacionadas, foram coletadas nos Preços Agrícolas (1995/1996; 1997). Os custos totais de produção por saca e por hectare para as safras de 1994, 1995, 1996 e 1997 foram fornecidos pela EPAMIG (Fazenda Experimental de Machado - MG), responsável pelo experimento em que se baseou este trabalho, conforme Tabela 7. Nesse caso, os custos servem para verificar se os recursos empregados em um processo de produção estão sendo remunerados.

TABELA 7. Preço médio recebido pelo produtor e custo total médio, em r\$/saca de 60kg de café beneficiado e em R\$/ha - Safras 1994/97.

População (plantas/ha)	Média (1994 a 1997)		
	Preço (R\$)	Custo	
		(R\$/sc.)	(R\$/ha)
10.000,00	152,69	75,26	4.271,20
6.666,67	152,69	69,22	1.950,33
5.000,00	152,69	60,11	1.026,02
8.000,00	152,69	90,12	3.307,11
5.333,33	152,69	67,29	2.052,34
4.000,00	152,69	63,13	1.246,79
6.666,67	152,69	64,97	1.367,68
4.444,44	152,69	55,57	1.292,36
3.333,33	152,69	53,54	1.027,50
5.714,29	152,69	59,81	1.054,19
3.809,52	152,69	50,35	1.058,52
2.857,14	152,69	46,56	942,21

Fonte: SILVA - EPAMIG/Machado - MG (1997).²
Preços Agrícolas (1995/1996; 1997)

3.3 Modelo de análise

3.3.1 A função Cobb-Douglas

De todas as formas algébricas de funções de produção utilizadas em estudos analíticos da empresa agrícola, a mais utilizada tem sido a correspondente à função de Cobb-Douglas.

A escolha da função de produção tipo Cobb-Douglas para se ajustar aos dados dos módulos de produção baseia-se nos trabalhos de Noronha (1986),

² Comunicação pessoal com SILVA, Edson Marques (Eng. Agro., Pesquisador da EPAMIG/Machado, Minas Gerais - 1997)

Ambrósio (1988), Lunga (1990), Jayaram et al. (1992), Kiresur et al. (1995), entre outros.

Seu modelo matemático-estatístico é uma equação do tipo:

$$Y = a \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \dots x_n^{b_n} \cdot \varepsilon \quad (7)$$

Aplicando-se logaritmo a esta equação (transformação monotônica), tem-se:

$$\ln Y = \ln a + b_1 \ln x_1 + b_2 \ln x_2 + \dots + b_n \ln x_n, \quad (8)$$

sendo:

Y = variável dependente

a = termo constante

x_i = variáveis independentes para $i = 1, 2, \dots, n$

b_i = coeficientes de regressão para $i = 1, 2, \dots, n$.

Segundo Beattie e Taylor (1993) e Hoffmann et al. (1981), a função de produção Cobb-Douglas apresenta as seguintes vantagens: a) tornar-se linear quando sujeitas a transformações logarítmicas; b) os expoentes da equação (b_i), ou coeficientes de regressão da equação representam as elasticidades da produção; c) facilita a determinação do tipo de acréscimo, em relação à escala da produção, verificado no conjunto do processo produtivo e d) simplifica o cálculo das produtividades marginais, que é encontrado multiplicando-se o coeficiente de elasticidade de produção (b_i) pela produtividade média do fator.

Alguns inconvenientes dessa função são citados por alguns autores (Beattie e Taylor, 1993; Nicholson, 1995): a) a função pressupõe que todos os fatores são indispensáveis à produção; b) a função não pode representar amplitudes de dados com retornos crescentes e decrescentes ao mesmo tempo,

pois o coeficiente de regressão (b_i) é constante; c) a elasticidade de substituição é sempre igual a 1 e d) para uma dada razão de insumos, a Taxa Marginal de Substituição (TMS) é sempre igual para qualquer nível de substituição.

Reis (1991) considera elasticidade de produção a variação percentual na quantidade total produzida, devido à variação de 1% na quantidade do fator variável aplicado.

Segundo Beattie e Taylor (1993) e Ferguson (1989), a elasticidade de substituição mede a variação relativa entre dois fatores causada por alteração na TMS. Por sua vez, a TMS indica a quantidade de troca de um insumo por outro.

3.3.2 Produtividades marginais e elasticidades

Derivando parcialmente o modelo matemático-estatístico (7) em relação ao fator x_i , obtém-se a produtividade marginal ou produto físico marginal (PFMa) desse fator:

$$\frac{\delta y}{\delta x} = a x_1^{b_1} x_2^{b_2} \dots x_i^{b_i-1} \dots x_n^{b_n} = (b_i a x_1^{b_1} x_2^{b_2} \dots x_i^{b_i} \dots x_n^{b_n}) / x_i = b_i \frac{y}{x_i} \quad (9)$$

Desta expressão conclui-se que o coeficiente de regressão b_i é igual à elasticidade:

$$b_i = \frac{\frac{\delta Y}{\delta x_i}}{\frac{Y}{x}} = \varepsilon_{x_i} \quad (10)$$

Neste caso, as elasticidades são constantes e, portanto, independentes de x_i e Y . Cada um dos b_i exprime, em porcentagem, a variação da produção quando varia de 1% a quantidade empregada do fator x_i .

Assim, pode-se extrair duas propriedades importantes da Cobb-Douglas. Por um lado, constata-se que a produtividade marginal de x_i pode ser ou crescente ou constante, ou decrescente, para $b_i > 1$, $b_i = 1$ ou $b_i < 1$ respectivamente, dado que o valor de b_i é constante para cada caso. Por outro lado, conclui-se que a produtividade marginal de dado fator depende do nível em que são empregados todos os outros.

Segundo Beattie e Taylor (1993), as elasticidades também classificam os estágios de produção como racional e irracional. Quando o valor da elasticidade estiver entre 0 e 1, tem-se o segundo estágio de produção, chamado de racional. Se este valor for maior que 1, a produção situa-se no primeiro estágio, e se for menor que zero, no terceiro estágio, que são antieconômicos para o produtor.

Ainda da expressão (10), conclui-se que:

$$PFMa_{x_i} = b_i \cdot PFMe_{x_i} \quad (11)$$

$$VPFMa_{x_i} = P_y \cdot (b_i \cdot y/x_i) \quad (12)$$

E como pode-se observar nas expressões (4) e (5), tem-se que:

$$VPFMa_{x_i} = P_{x_i} \quad (13)$$

Pode-se dizer que, quando o valor da produtividade marginal de x_i ($VPMa_{x_i}$) for igual ao preço do fator ou insumo x_i (P_{x_i}), encontra-se o ótimo econômico, ou seja, o lucro é máximo. Se o $VPFMa$ for maior que o preço do insumo (P_{x_i}), pode-se aumentar a aplicação de x_i , pois o valor que acrescenta ao produto é maior do que o que se acrescenta ao custo, e quando o $VPFMa$ for menor que P_{x_i} , deve-se reduzir a quantidade de x_i , para que o lucro cresça.

3.3.3 Definição e operacionalização das variáveis

As variáveis que influenciam o processo produtivo do cafeeiro e que foram selecionadas são:

* Variável dependente:

Y = produção por hectare, expressa em sacas de 60 kg de café beneficiado.

* Variáveis independentes:

CS = custo total médio por saca de 60 kg beneficiada, expresso em reais.

CH = custo total médio por ha expresso em reais.

P = número de plantas de café por ha (população), expresso em unidades.

Assim, no presente trabalho, considerou-se que a produtividade do cafeeiro (Y) varia em função do custo de produção expresso em reais por saca de 60 kg de café beneficiado (CS) e do espaçamento, aqui representado pelo número de plantas por hectare (P). Também considerou-se, em uma outra função, que a produtividade varia com o custo de produção por hectare (CH) e com o mesmo número de plantas por hectare do modelo anterior (P).

Foram ajustadas as equações do tipo Cobb-Douglas para a média dos quatro primeiros anos de produção da lavoura, safras 1994, 1995, 1996 e 1997.

Os modelos ajustados foram analisados utilizando-se critérios econômicos e estatísticos. Pelo critério econômico, as variáveis consideradas tiveram igual atenção, pois as mesmas são de grande importância, tanto no processo produtivo do cafeeiro quanto na formação da renda líquida para os produtores.

De acordo com as informações obtidas através da Fazenda Experimental de Machado (EPAMIG)³, as variáveis utilizadas para composição do custo de produção foram:

³ Comunicação pessoal com SILVA, Edson Marques (Eng. Agro., Pesquisador da EPAMIG em Machado, MG - 1997)

Custos fixos:

- lavoura: referente ao custo de implantação da lavoura de café, depreciados linearmente;

- benfeitorias: valor da depreciação anual do investimento com benfeitorias, pelo método linear de depreciação;

- máquinas e equipamentos: utilizou-se a depreciação linear de máquinas, equipamentos agrícolas e veículos utilizados para a produção, colheita, secagem e beneficiamento do café. Todos os preços de máquinas e implementos usados foram levantados no mercado da cidade de Machado-MG no período de setembro a outubro em cada ano da produção analisado (1994, 1995, 1996 e 1997);

- juros, taxas fixas e todos os acessórios para custeio de café;

- seguros: calculou-se uma taxa de seguro de 0,75% para máquinas e implementos;

- mão-de-obra fixa: despesas com mão-de-obra permanente na Fazenda Experimental de Machado (EPAMIG), a partir do valor dos salários ali considerados, rateadas para o experimento em questão;

- gastos gerais e fiscais: gastos com contabilidade agrícola, ITR e outros.

Custos variáveis:

- mão-de-obra variável: despesas com mão-de-obra utilizada em todas as etapas do processo produtivo, a partir do valor do salário mínimo rural e do número de dias de trabalho;

- fertilizantes: despesas com fertilizantes químicos e adubos utilizados na cultura;

- combustíveis, lubrificantes e energia elétrica: valor das despesas com óleo combustível, lubrificantes e energia elétrica consumidos em todas as fases do processo produtivo;

- manutenção e reparos: valor das despesas com manutenção e reparos de máquinas e equipamentos agrícolas, veículos e benfeitorias;
- defensivos: despesas com inseticidas e fungicidas utilizados nas lavouras;
- despesas diversas: despesas com embalagens, panos, peneiras, rodo e outros.

3.3.4 Análise estatística e análise de variância (ANAVA)

As interpretações estatísticas se fazem necessárias, uma vez que o estabelecimento de uma função de produção de Cobb-Douglas, linear sob a forma logarítmica, representa uma equação de regressão linear múltipla. Autores como Hoffmann et al. (1981) e Beattie e Taylor (1993) afirmam que nas questões econômicas, e de uma maneira geral nos casos reais, as relações existentes entre as variáveis nunca são perfeitamente lineares. Assim, torna-se necessário avaliar a proficiência da regressão e efetuar testes de significância.

Os índices estatísticos encontrados nesta pesquisa foram obtidos através do programa SAS (Statistical Analysis System), de acordo com os procedimentos normais de regressão. Utilizou-se o coeficiente de determinação múltipla corrigido ou ajustado (R^2 aj.), o qual indica a porcentagem da variação dos valores observados que é explicada pela regressão (SAS, 1993).

A análise de variância (ANAVA) é um dos principais pontos estudados em estatística experimental, uma vez que o primeiro passo na análise dos dados é o cálculo das médias.

A apresentação das médias em tabelas ou em gráficos permite, por si só, comparar os métodos. Porém, a análise dos dados se torna mais informativa, quando se fornece uma medida de dispersão ou variabilidade. Dessas medidas, as mais utilizadas são o erro-padrão da média e o desvio-padrão.

A idéia principal na análise de variância é comparar a variação devida aos tratamentos com a variação devida ao acaso ou resíduo. Assim, é necessário proceder uma série de cálculos. Vários autores tratam de análise de variância e descrevem esses cálculos (Bussab, 1986; Vieira e Hoffmann, 1989; Lindman, 1991). Segundo Vieira e Hoffmann (1989), os objetivos de um experimento em blocos ao acaso é eliminar uma causa de variação e aumentar a validade da conclusão.

Quando a análise de variância de um experimento mostra que as médias dos tratamentos não são estatisticamente iguais, procura-se conhecer quais são as médias que diferem entre si, através de um método que forneça a diferença mínima significativa entre duas médias.

Existem várias maneiras de se calcular a diferença entre as médias como, por exemplo, o teste “t”, o teste de Tukey, o teste de Duncan e o teste de Newman Keuls. Segundo Lindman (1991), não existe um procedimento para comparação das médias que seja definitivamente melhor que todos os outros. Porém, a escolha do método adequado exige que se leve em consideração tanto o nível de significância quanto o poder do teste.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise do modelo econométrico

4.1.1 Modelo econométrico para custo médio por saca

Os resultados estatísticos para o modelo Cobb-Douglas, considerando-se o custo por saca de 60kg de café beneficiado, estão representados na Tabela 8. Os valores obtidos para os coeficientes de determinação múltipla (R^2 ajustado) indicam que as funções estabelecidas explicam a maior parte da variação observada para as produtividades médias nas safras de 1994, 1995, 1996 e 1997, ou seja, o modelo Cobb-Douglas ajustado explica 86,84% das variações.

O modelo testado inclui como variável dependente a produção/ha (Y) e, como variáveis independentes, custo total médio por saca de 60 kg de café beneficiado (CS) e número de plantas por hectare ou população (P). Considerando-se a média das safras analisadas (1994 a 1997), o teste “t” para a variável P (número de plantas por hectare) foi altamente significativo, e para a variável o CS (custo total médio/saca 60kg de café beneficiado) o valor do teste foi significativo, ao nível de 13,5% de probabilidade (Tabela 8).

Segundo Stevenson (1981), se a probabilidade associada ao valor de “t” é menor que 0,1%, o valor é altamente significativo; se está compreendido entre 0,1% e 1%, o valor é muito significativo; se entre 1% e 5%, o coeficiente é significativo e se o nível de probabilidade for maior que 5%, o valor não é significativo. Porém, Hoffmann (1980) e Gomes (1990) afirmam que probabilidades acima de 5% são aceitas sem restrições para variáveis qualitativas e de caráter administrativo.

TABELA 8. Modelo da Cobb-Douglas para produtividade de cafeeiros, considerando-se custos/saca 60kg de café beneficiado e número de plantas/ha. Machado-MG - Período 1994/97.

Modelo Cobb-Douglas	R ² _{aj.} (%)	Coefic. de regressão b _i	Estat. "t"	Nível de Significância	(Erro padrão)
Média (1994-1997)	86,84				
Constante		-1,02	-3,1531		(0,31)
(CTMe/saca) CS		0,31	0,8773	0,1358	(0,34)
(Nº plantas/ha) P		0,58	3,2858	0,0099	(0,17)

Fonte: Dados de Pesquisa

Considerando-se a média das 4 safras (1994 a 1997), a equação estimada apresenta-se como $\hat{Y}_i = 0,36 CS^{0,31} P^{0,58}$

4.1.2 Modelo econométrico para custo médio por ha

O custo total médio por saca permite ao produtor saber quanto lhe custou produzir uma saca de café e comparar este valor com o preço recebido no momento de sua venda. Porém, operando-se adequadamente o cafeeiro a fim de se obter altas produções por área, esse custo pode ser reduzido (Garcia e Miguel, 1995; Martin et al., 1995). Neste caso, obteve-se o custo de produção por hectare, estimando-se também funções de produção Cobb-Douglas.

Na Tabela 9 estão representados os resultados econométricos do modelo Cobb-Douglas, quando se trabalha com a variável independente custo total médio de produção por ha.

Esses resultados mostram que, para a função correspondente à média dos anos de 1994, 1995, 1996 e 1997, 95,34% das variações são explicadas pela regressão.

Como variáveis independentes, o modelo incluiu o custo total médio por ha, designado CH, cujo teste “t” foi altamente significativo para o período analisado, e número de plantas por hectare (P), cujo valor do teste “t” foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, como pode-se observar na Tabela 9.

Neste caso, ou seja, considerando-se a variável custo total médio por ha (CH), a equação estimada para a média do período entre 1994 e 1997 apresenta-se como $\hat{Y}_i = 0,52 CH^{0,51} P^{0,15}$.

TABELA 9. Modelo Cobb-Douglas para produtividade de cafeeiros, considerando-se custos/ha e número de plantas/ha. Machado-MG - Período 1994/97.

Modelo Cobb-Douglas	R ² _{aj.} (%)	Coefic. de regressão b _i	Estat. “t”	Nível de Significância	(Erro padrão)
Média (1994-1997)	95,34				
Constante		-0,66	-3,4091		(0,19)
(CTMe/ha) CH		0,51	4,4524	0,0097	(0,11)
(N ^o plantas/ha) P		0,15	1,0731	0,0532	(0,13)

Fonte: Dados de pesquisa

4.2 Análise econômica das funções de produção

4.2.1 Custo médio por saca

A função tipo Cobb-Douglas apresenta condições de estimar-se variações na produção total ocasionadas por variações na utilização de cada um dos fatores alocados, pressupondo-se as demais constantes, condição “ceteris paribus”. Pode-se, assim, inferir que todas as variáveis apresentam-se no estágio racional de produção, cujas elasticidades ou coeficientes de regressão (b_i) apresentam valores entre 0 e 1 (Tabela 8).

Considerando-se a variável custo total médio de produção por saca, na média das safras 1994, 1995, 1996 e 1997, a variável população (P) é a que ocasionou uma melhor taxa de retorno, em termos de produção total de café. Seu coeficiente de elasticidade parcial (0,58) indica que um aumento de 1% no número de plantas por hectare, provavelmente acarretaria um aumento de 0,58% na produtividade do cafeeiro.

Para o mesmo período, a variável CS (custo total médio por saca) apresentou coeficiente de elasticidade parcial igual a 0,31, indicando que um aumento de 1% no custo de uma saca de 60 kg de café beneficiado, o que implica em aumento do uso de insumo e operações, provoca um aumento de 0,31% na produtividade da lavoura.

4.2.2 Custo médio por ha

A análise econômica da função Cobb-Douglas que contém as variáveis custo total médio de produção por ha (CH) e número de plantas por ha (P), mostra que, para o período representativo das safras compreendidas entre os anos de 1994 e 1997, a variável CH apresentou coeficiente igual a 0,51. Como o custo total médio por ha envolve todas os recursos necessários à produção do café,

pode-se dizer que o aumento de 1% em todos os recursos, induz a uma elevação menos que proporcional na produção (0,51%).

Considerando-se esta equação, a variável população (P) apresentou coeficiente de regressão igual a 0,15 para a média das safras de 1994, 1995, 1996 e 1977, indicando que, em média, a produção por ha aumenta em 0,15% quando o número de plantas aumenta em 1%.

4.2.3 Valor do produto físico marginal (VPF_{Ma})

Nos resultados apresentados anteriormente, a condição de se operar no 2º estágio de produção foi satisfeita. E, considerando-se a mais alta tecnologia, obtém-se o ótimo econômico quando iguala-se o Valor do Produto Físico Marginal (VPF_{Ma}) ao preço do insumo em questão.

Com o objetivo de se avaliar os espaçamentos econômicos para o cafeeiro no período entre 1994 e 1997, trabalhou-se com a variável número de plantas por ha que apresenta coeficiente (b_p) igual a 0,58 quando considera-se o custo de produção por saca.

Assim, calculou-se o VPF_{Ma} de acordo com as médias geométricas das populações e das produtividades para o período analisado (safras médias de 1994 a 1997) a fim de determinar o espaçamento econômico do café, ou seja, aquele que proporciona lucro máximo em relação ao número de plantas por hectare.

Substituindo-se na equação (12), os valores encontrados para o coeficiente de regressão (b_p), a média geométrica do preço do café beneficiado recebido pelo produtor (P_y), a média geométrica da produtividade (Y) e a média geométrica do insumo, neste caso número de plantas por ha (P), determina-se o VPF_{Ma}.

Considerando-se o custo de produção por saca de 60 kg beneficiada, tem-se o $VPFMa = P_y (b_p * Y / P)$, como:

$$VPFMa = 152,69 (0,58 * 48,34 / 5151,69)$$

$$VPFMa = 0,83.$$

Em pesquisa realizada por Garcia e Miguel (1995) no sul de Minas Gerais, o custo total/ha de implantação da lavoura cafeeira, somados os tratos do segundo ano até 2,5 anos, por ocasião da primeira florada, foi de R\$1.734,25 para espaçamento largo (4,00 x 0,70m), e R\$2.857,60 para espaçamento adensado (2,00 x 0,70m). Dividindo-se esses valores pela população de cafeeiros, tem-se que, para cafezais de livre crescimento, o custo de implantação de uma planta de café foi de R\$0,49 e, para cafezais adensados, R\$0,40.

Segundo informações da UFLA⁴, atualmente o custo de implantação da lavoura pode variar entre R\$0,80 e R\$1,20 por cova, conforme o número de plantas por ha. Assim, optou-se por trabalhar com o valor médio de R\$1,00 por cova para o preço de uma planta de café (P_x).

O valor do produto marginal calculado 0,83, sendo menor que a média do preço da planta (R\$ 1,00) indica que a população média pode estar alta, pois o valor que se acrescenta ao produto é menor do que aquele que se acrescentou ao custo (custo marginal do acréscimo).

A relação entre a média do preço da planta de café (R\$1,00/cova) e a média do preço real pago ao produtor no período entre 1994 e 1997 (R\$152,69/saca) resulta em um valor de aproximadamente zero (0,006). Isto

⁴ Comunicação pessoal com MENDES, Antônio Nazareno Guimarães (Eng. Agro., D.Sc., Prof. Adj., UFLA-DAG, Lavras, MG, 1997).

significa que, nas condições estudadas, a eficiência técnica dos fatores mantidos constantes se aproxima muito do máximo.

Isolando-se a variável custo total médio/saca na equação (12), tem-se que:

$$x_i = (P_y * b_i * Y) / P_{x_i} \quad (14)$$

Através da equação (14), pode-se determinar um certo número de plantas por ha e, conseqüentemente, o espaçamento economicamente ótimo.

Assim, com base nesta equação em análise, o número de plantas que leva à máxima eficiência econômica foi de 4.281 plantas por ha. Dentre os espaçamentos estudados neste trabalho, o que mais se aproxima da população ótima é o de 3,00m entre fileiras, combinado com 0,75m entre plantas, totalizando 4.444 plantas/ha.

Segundo Matiello et al. (1993), a escolha do espaçamento entre ruas é função do sistema de condução da lavoura, se mecanizado ou manual. Para mecanização tratorizada, a distância nas ruas deve ser entre 3,50 a 4,50 metros, sendo que, nas áreas montanhosas, esta distância pode ser de 2,50 a 3,0 metros. Androcioli Filho (1996) afirma que, com base nos dados de diâmetro de copa de "Catuai" em Latossolo Vermelho Escuro, a distância mínima entre as linhas para lavoura mecanizada será de 3,10 metros.

Vários estudos na área da Engenharia Agrícola vêm sendo desenvolvidos para que se comprove a viabilidade da mecanização da lavoura cafeeira (Inamasu e Andrade, 1997; San Juan et al., 1997; Silva et al., 1997). A maioria deles direciona-se para a colheita do café, por ser esta, conforme Duarte et al. (1988), a operação mais onerosa para a atividade. No estudo do custo da colheita mecanizada em relação à manual, Grossi (1996) concluiu que, utilizando-se colhedora própria e repasse manual, o custo por saca beneficiada foi de

R\$14,50, representando uma economia de 39% quando comparada à colheita toda manual (R\$23,60).

Segundo informações da EPAMIG (Fazenda Experimental de Machado - MG)⁵, operando-se mecanicamente a lavoura do café, em condições propícias de solo, clima e aquisição de máquinas e implementos (próprios, emprestados ou alugados), o custo total de produção chega a ser até 50% menor do que o custo total para as operações totalmente manuais.

Os anos de 1995 e 1997, principalmente o primeiro, foram característicos de baixa produtividade para as lavouras cafeeiras. A forte geada ocorrida em 1994 prejudicou a produção do ano seguinte e provocou uma elevação no preço da saca de café beneficiado. Segundo Moricochi et al. (1995), “as geadas e a seca tiveram efeito altamente negativos no setor de produção cafeeira”. Para o autor, às vésperas das geadas de junho de 1994, quando os preços alcançavam níveis superiores a R\$130,00 e com o mercado indicando um novo ciclo favorável, muitos produtores investiram intensamente em tratos culturais na expectativa de recuperação dos prejuízos acumulados até então.

4.2.4 Análise de receitas e custos

A receita líquida/saca obtida a partir da diferença entre o preço médio da saca de 60kg de café beneficiado e o custo total médio por saca, e a receita líquida/ha obtida pela diferença entre o preço da saca multiplicado pela produtividade e o custo/ha, indicam as populações de plantas que proporcionaram maior retorno para o produtor (Tabela 10).

⁵ Comunicação pessoal SILVA, Edson Marques (Eng. Agro., Pesquisador da EPAMIG, Machado, MG, 1997).

Pode-se dizer que, para a média das 4 safras (1994, 1995, 1996 e 1997), o custo total médio de produção de uma saca de café foi inferior ao preço médio recebido pelo produtor, nos períodos considerados, garantindo lucro em todas as populações, sendo que as maiores receitas se associam às menores populações (Tabela 10).

Quando se considera a receita líquida proveniente de um hectare menos o custo/ha, verifica-se que os maiores valores se associam às maiores populações de plantas/ha, caracterizada por espaçamentos mais adensados e, conseqüentemente, produtividades mais elevadas, conforme Tabela 10.

TABELA 10. Receita líquida média para as diferentes populações da lavoura cafeeira - Safras 1994/97.

Espaçamento (Metros)	População (Plantas/ha)	Produtividade Média (Sacas/ha)	Receita Líquida Média	
			(R\$/sc.)	(R\$/ha)
2,00 x 0,50	10.000,00	81,11	77,43	6.029,96
2,00 x 0,75	6.666,67	65,59	83,48	5.030,57
2,00 x 1,00	5.000,00	43,05	92,58	3.764,63
2,50 x 0,50	8.000,00	64,60	62,57	3.768,10
2,50 x 0,75	5.333,33	58,72	85,40	4.575,40
2,50 x 1,00	4.000,00	40,25	89,56	3.269,91
3,00 x 0,50	6.666,67	51,59	87,65	4.294,92
3,00 x 0,75	4.444,44	47,03	97,12	4.269,54
3,00 x 1,00	3.333,33	38,05	99,15	3.565,25
3,50 x 0,50	5.714,29	44,74	92,63	3.908,21
3,50 x 0,75	3.810,52	37,44	102,34	3.680,05
3,00 x 1,00	2.857,14	30,93	106,13	3.162,51

Fonte: Dados de pesquisa.

Os dados referentes às receitas líquidas médias para as safras entre 1994 e 1997 apresentam-se sob a forma de dispersão nas Figuras 1 e 2.

A Figura 1 mostra que, considerando-se a receita líquida por saca, os valores correspondentes às receitas crescem à medida que diminui o número de plantas por hectare. Esse fato reforça a análise feita anteriormente, ou seja, nas condições estudadas, espaçamentos maiores entre ruas possibilitaram a mecanização das operações da lavoura, reduzindo o custo total médio unitário, conseqüentemente, elevando a rentabilidade do cafeeiro.

Na Figura 2, quando se relaciona a receita líquida por hectare com a produtividade, pode-se observar que a lavoura estudada tende a apresentar maior rentabilidade quanto maior o número de plantas por hectare.

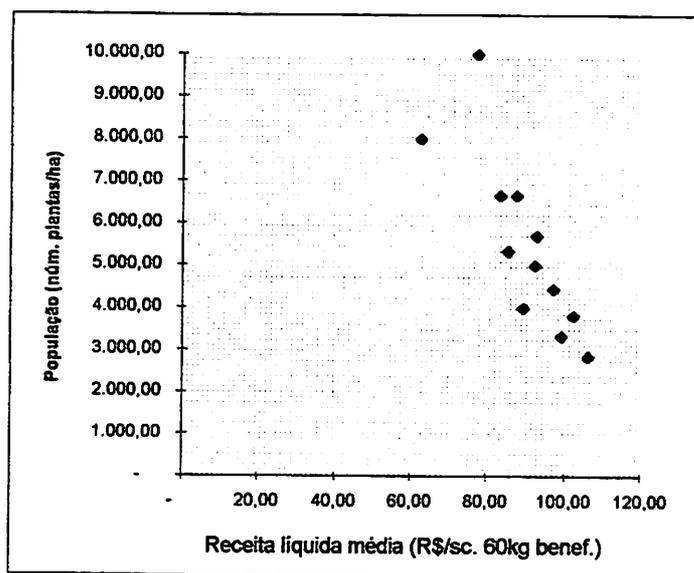


FIGURA 1. Representação da dispersão entre população e receita líquida média/saca - Período 1994/97.

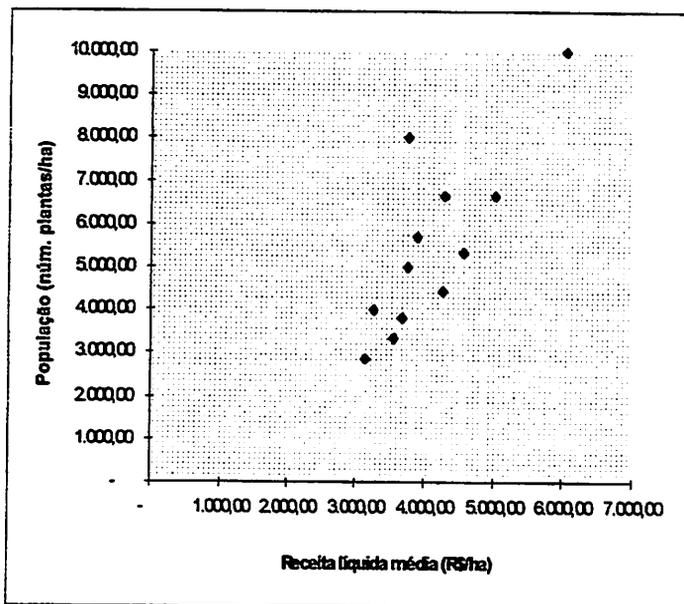


FIGURA 2. Representação da dispersão entre população e receita líquida média/ha - Período 1994/97.

Segundo Mendes et al. (1995), o melhor indicativo da produtividade é a população de plantas/ha. O autor sugere menores espaçamentos entre plantas na linha para aumentar a população/ha e a produtividade, mantendo-se o espaçamento entre linhas o suficiente para a realização dos tratos culturais necessários, incluindo a mecanização.

Assim, no presente trabalho, dentre os tratamentos que apresentaram maior receita líquida por ha (acima de R\$ 4.000,00), destacam-se aqueles, cujos espaçamentos entre plantas são menores, ou seja, 0,50m e 0,75m. Pode-se dizer ainda que a população de 6.666,67 plantas por ha (3,00 x 0,50m), além de apresentar uma alta rentabilidade (R\$4.294,92/ha), permite ao produtor optar pelo manejo mecanizado de sua lavoura, se dispuser dos recursos necessários.

As grandes populações de 10.000 e 8.000 plantas/ha também permitem ao agricultor obter altas receitas líquidas, apesar de não ser possível a utilização de máquinas em sua lavoura, devido aos estreitos espaçamentos entre linhas, que são respectivamente 2,00 e 2,50 metros.

Assim, nas condições reais do experimento em questão, o produtor poderá melhorar sua rentabilidade se utilizar o espaçamento mais largo, especificamente 3,00 metros entre fileiras, e o mais adensado entre plantas (0,50 ou 0,75m), viabilizando a utilização de máquinas e, assim, reduzir o custo por saca de café beneficiado. O manejo mecanizado da lavoura reduz o emprego da mão-de-obra, um dos itens mais onerosos para o produtor e, conseqüentemente, reduz o custo de produção do café.

Não sendo possível mecanizar a lavoura cafeeira, o produtor poderá optar por espaçamentos mais adensados tanto entre linhas (2,00m) quanto entre plantas (0,50 ou 0,75m). O aumento da densidade populacional, resultado de lavouras adensadas, aumenta a produtividade, diminuindo o custo de produção.

4.3 Análise de variância dos espaçamentos

Os dados estatísticos referentes às variações na média, para tratamentos entre linhas, entre plantas e a interação entre os mesmos, estão apresentados no Anexo A. Os resultados indicam baixos coeficientes de variação para todas as variáveis analisadas (produtividade, custo/saca, custo/ha, receita líquida/saca e receita líquida/ha).

A interação entre linhas e entre plantas, que indica a densidade populacional do experimento, foi significativa quando se trabalhou os dados em função da produtividade, ou seja, por hectare. Esse fato pode ser verificado pelo teste "F" para as variáveis custo/ha e receita líquida/ha, na média das quatro safras (1994 a 1997) (Anexo A).

Para tratamentos entre linhas e entre plantas, as variáveis que incluíram o custo total médio por saca de 60kg de café beneficiado apresentaram teste “F” altamente significativo, como pode-se observar na Tabela 2A do Anexo A, indicando que o custo unitário deve ser obtido em diferentes combinações entre fileira e plantas de café, que resultam em densidades populacionais variadas.

5 CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho, os resultados permitem concluir que:

a) segundo os resultados obtidos, a população de 6.667 plantas/ha, originária do espaçamento de 3,00m x 0,50m, apresenta melhores condições para que o produtor aumente sua rentabilidade/ha, quando existem possibilidades de mecanização da lavoura;

b) as populações de plantas do cafeeiro, que representam os espaçamentos de 2,00m entre linhas, e de 0,50m e 0,75m entre plantas, indicam maior rentabilidade/ha para manejo manual da lavoura;

c) a densidade populacional que leva ao ótimo econômico é de 4.281 plantas/ha, que pode ser obtida, na prática, através do espaçamento 3,00 x 0,75m.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.R.; MATIELLO, J.B.; MIGUEL, A.E. Estudos de diversas modalidades de plantio concentrado em relação ao plantio tradicional do cafeeiro - cultivar Mundo Novo - no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 10, 1983. Anais... Poços de Caldas: IBC, ago/set. 1983.
- ALVES, H.A. Identificação e análise de sistema de produção na cultura do café - Três Pontas-MG. Viçosa: UFV, 1977. 84 p. (Dissertação - Mestrado em Extensão Rural).
- AMBRÓSIO, L.A. Avaliação da eficiência econômica na alocação de recursos na produção de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). Piracicaba: ESALQ/USP, 1988. 81p. ((Dissertação - Mestrado em Economia Agrária).
- ANDROCIOLO FILHO, A.A. Procedimentos para o adensamento de plantio e contribuição para o aumento da produtividade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, Londrina, 1994. Anais... Londrina: IAPAR, 1996. p.251-275.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ 1996. Rio de Janeiro: Coffee Business, v.2, 1996. 95p.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ 1997. Rio de Janeiro: Coffee Business, v.3, 1997. 107p.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v. 56, 1996.
- ARAÚJO, H. M. de. Análise econômica da cafeicultura na região sul de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1976. 72p. (Mestrado em Economia Rural).
- BACHA, C.J.C. Ciclos e tendências do café no Brasil. Preços Agrícolas, Piracicaba, v. 10, n. 117, p.2-5, jul. 1996.
- BARTHOLO, G.F.; MELO B. de; MENDE, A N.G. Evolução na adoção de espaçamentos na cultura do café. Informe Agropecuário. Belo Horizonte: EPAMIG, v. 19, n. 193, p. 49-60, 1998.

- BEATTIE, B.R.; TAYLOR, C.R. **The economics of production**. Florida: KPC, 1993. 258p.
- BERTONE, M.V.F. **Anotações sobre o acordo internacional do café**. Garça: GARCAFÉ, 1992. 94p.
- BUSSAB, W. de O. **Análise de variância e regressão - uma introdução**. São Paulo: Atual, 1986. 147p.
- CAFEICULTURA brasileira perfil da produção - café do Brasil: qualidade é o que importa. São Paulo: Campanha Nacional Para Melhoria da Qualidade do Café, 1993. mimeo.
- CAIXETA, G.Z.T. **Café: como conviver com a instabilidade**. **Anuário Estatístico do Café 1997**, Rio de Janeiro, v. 3, p.24-26. 1997.
- CAIXETA, G.Z.T.; GOMES, F.R.; BARBOSA, T.; FREIRE, S.H. **Diagnóstico da cafeicultura na zona sul de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, jun., 1975, 103 p.
- CARNEIRO FILHO, F. **Qual o café que o mercado quer? É a pergunta de alguns cafeicultores**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22, 1996. **Trabalhos apresentados**. Águas de Lindóia: MAA/PROCAFÉ, nov. 1996. p.23-24.
- CARVALHO, L.C.P. de. **Teoria da firma: a produção e a firma**. In: PINHO, D.B.; VASCONCELLOS, M.A. **Manual de economia**. São Paulo: Saraiva, 3.ed., 1998. p.143-180.
- CENÁRIO futuro para a cadeia produtiva de café em Minas Gerais. Minas Gerais. Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Belo Horizonte, 1995. v.7, 49p.
- CONTINI, E. ; ARAÚJO, J.D. de. ; GARRIDO, W.E. **Instrumental econômico para decisão na propriedade agrícola**. In: CONTINI, E. et. al. **Planejamento da Propriedade Agrícola - modelos de decisão**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p.7-22.

- DUARTE, L.P.; MATTOS, Z.P.B.; NORONHA, J.F.; BALASTREIRE, L.A. Custos dos serviços de máquinas e implementos agrícolas. Piracicaba: ESALQ/USP, 1988, 32p.**
- FAZUOLI, L.C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In. RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Patafós, 1986. p.87-113.**
- FERGUSON, C.E. Microeconomia. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 13.ed. 1989. 610p.**
- FERREIRA FILHO, J.B.S. As origens da crise e o futuro da cafeicultura brasileira e mundial: de onde viemos, para onde vamos? Preços Agrícolas, Piracicaba, v. 7, n. 77, p.4-9. mar. 1993.**
- FREITAS, C.F.T.de. O mercado de café sem cláusulas econômicas do Acordo Internacional de Café. Informações Econômicas. São Paulo, v. 19, n. 4, p.33-39. abr. 1989.**
- GARCIA, A.W.R.; MIGUEL, A.E. Comportamento dos custos na lavoura cafeeira, ano 1994/95, no Sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 21, 1995. Trabalhos apresentados. Caxambu: MARA/PROCAFÉ/DENAC, nov. 1995, p. 65-70.**
- GOMES, F.P. A estatística moderna na pesquisa agropecuária. Piracicaba: Potafos, 1990. 162p.**
- GROSSI, J.C. Avaliação do custo da colheita mecanizada em relação à manual, na região de Patrocínio-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 26, 1996. Trabalhos apresentados...Águas de Lindóia: MARA/PROCAFÉ/DENAC, NOV. 1996. p. 115-116.**
- GUIMARÃES, J.M.P. Retorno do investimento da cultura do café: um estudo de caso no sul de Minas Gerais. Lavras: ESAL, 1990, 75p. (Dissertação - Mestrado em Administração Rural).**
- GUIMARÃES, P.T.G.; NACIF, A.P. de.; BARTHOLO, G.F. Produtividade de cafeeiros adensados nas condições de cerrado de Patrocínio-MG. Viçosa, 1995. (mimeo).**

- HOFFMANN, R. **Estatística para economistas**. São Paulo: Pioneira, 1980. 379p.
- HOFFMANN, R.; ENGLER, J.J.C.; SERRANO, O.; THAME, A.C.M.; NEVES, E.M. **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1981. 323p.
- IANAMASU, R.Y.; ANDRADE, J.G. Teste da nova máquina para derriçar café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 23, Manhauçu, 1997. **Anais...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ/PNFC, 1997, p.12 - 14.
- JAYARAM, H.; CHANDRASHEKAR, G.S.; ACHOTH, L. An economic analysis of efficiency in rice cultivation in Mandya: some issues in resource pricing. **Indian Journal of Agricultural Economics**, v. 47, n. 4, p.677-682, oct/dec. 1992.
- JORGE, F.T.; MOREIRA, J.O. de C. **Economia: notas introdutórias**. São Paulo: Atlas, 1989. 144p.
- KIRESUR, V.; PANDEY, R.K.; MRUTHYUNJAY, A. Technological change in sorghum production: an econometric study of Dharwad farms in Karnataka. **Indian Journal of Agricultural Economics**, v. 50, n. 2, jun. 1995. p.185-192.
- LEFTWICH, R. **O sistema de preços e a alocação de recursos**. São Paulo: Pioneira, 7.ed., 1991. 452p.
- LINDMANN, H.R. **Analysis of variance in experimental design**. Pittsburgh: Board, 1991. 520p.
- LUNGA, A. **Eficiência econômica e custo de produção na cafeicultura de Barra do Choça, Estado da Bahia**. Lavras: ESAL, 1990. 56p. (Dissertação - Mestrado em Administração Rural).
- MARTIN, N.B.; VEGRO, C.L.R.; MORICOCHI, L. Custos e rentabilidade de diferentes sistemas de produção de café, 1995. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n. 8, ago. 1995. p.35-47.

- MATIELLO, J.B. Fatores que afetam a produtividade do café no Brasil. In: CONTINNI et al. *Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Patafôs, 1986. p.1-11.
- MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R; FERNANDES, D.R; MIGUEL, A.E.; D'ANTÔNIO, A.M; FERRONI, J.B.; ALMEIDA, S.R.; JEVY, F.A; GARCIA, A.W.R.; VIANA, A.S.; RESENDE, A.J. In:—. *Recuperação e/ou renovação de cafezais - mais produção, menor custo, maior renda*. Rio de Janeiro: PROCAFÉ-DFARA, nov. 1993. p.1-23.
- MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, P.T.G.; BARTHOLO, G.F. Estudo do adensamento de plantio das cultivares Catuai Vermelho e Mundo Novo no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 21, 1995. *Anais...* Caxambú: PROCAFE/DENAC. nov. 1995. p.133-134.
- MIGUEL, A E.; VIANA, A S.; TOLEDO, A R.; CORRÊA, J.B. Características químicas de um Latossolo Vermelho Escuro, após 16 anos de cultivo com o café plantado no sistema de plantio tradicional e adensado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 20, 1994. *Trabalhos apresentados*. Guarapari: MARA/PROCAFÉ/DENAC. nov. 1994. p.13-16.
- MIGUEL, A.E.; MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R. Espaçamento e condução do cafeeiro. In: CONTINNI et al. *Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Patafôs, p.303-322, 1986 a.
- MIGUEL, A.E.; ALMEIDA, S.R.; MATIELLO, J.B.; CARVALHO, S.P. Efeito da redução do espaçamento entre plantas na linha, em cultivares Catuai Vermelho e Mundo Novo, plantados no sistema adensado e no convencional. Resultados das três primeiras colheitas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 12, 1986. *Trabalhos apresentados*, São Lourenço: IBC, out. 1986 b.
- MIGUEL, S.R.; PAULINO, A.J.; MATIELLO, J.B.; JABÔR, R.; BRAGANÇA, J.B. Comparação entre sistemas de plantio condensado e o plantio tradicional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 10, 1983. *Anais...* Poços de Caldas: IBC, ago/set. 1983.

- MOCHON, F.; TROSTER, R.L. Introdução à economia. São Paulo: Makron Books, 1994. p. 97-129.**
- MORICOCHI, L.; MARTIN, N.B. As perspectivas da cafeicultura brasileira pós acordo internacional. Informações Econômicas, São Paulo, v. 23, n. 8, p.35-39. ago. 1993.**
- MORICOCHI, L.; MARTIN, N.B. Acordos internacionais e mercado de café. Informações Econômicas, São Paulo, v. 24, n. 7, p.17-29. jul. 1994.**
- MORICOCHI, L. Política externa de café: o que seria melhor para o Brasil? Informações Econômicas, São Paulo, v. 26, n. 8, p.5-6. ago. 1996.**
- MORICOCHI, L. Algumas considerações sobre produção mundial e brasileira de café, safra comercial 1995/96. Informações Econômicas, São Paulo, v. 25, n. 12, dez. 1995. p.82-84.**
- MORICOCHI, L.; ALFONSI, R.R.; OLIVEIRA, E.G. de; MONTEIRO, J.L.M. Geadas e seca de 1994: perspectivas de mercado cafeeiro. Informações Econômicas, São Paulo, v. 25, n. 6, jun. 1995.**
- NACIF, A.P.; CAIXETA, G.Z.T.; PEREIRA, A.A.; GUIMARÃES, P.C. Viabilidade econômica do plantio adensado de cafeeiros em Patrocínio - MG. Viçosa: UFV/CRZM, set. 1995.**
- NICHOLSON, W. Microeconomic theory - basic principles and extensions. Maryland/USA: HBJ, 5.ed. 1995.**
- NORONHA, J.F. Teoria da produção aplicada à análise econômica de experimentos. In: HOFFMANN, R. Planejamento da Propriedade Agrícola. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p.23-65.**
- OLIVEIRA, E.P.de. A importância do café na formação da renda rural agrícola na Zona da Mata, MG. Viçosa: UFV, 1985, 54p. (Dissertação - Mestrado em Economia Rural).**

- PAES DE CAMARGO, A.; DANTAS, F.A.S. de.; SANTINATO, R.; MATIELLO, J.B; RIBEIRO, R.N C. de. Influência de espaçamentos, entre linhas e entre covas, de café cultivar Catuai, nas condições de Brejão - PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12, 1986. Trabalhos apresentados. São Lourenço: IBC, dez. 1986.
- PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D.; SIQUEIRA, R.; ANDROCIOLI FILHO, A.; ROTH, C.H. Manejo da densidade populacional de cafeeiros como fator melhorador da fertilidade do solo e da produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 17, 1991. Trabalhos apresentados. Varginha: MARA/PROCAFÉ/DENAC. dez. 1991. p.24.
- PORTUGAL, A.D. A questão da produtividade. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p.3-12. jun. 1985.
- PREÇOS AGRÍCOLAS, Piracicaba, v. 9/10, n. 99/111/122, jan/dez. 1995/1996.
- PREÇOS AGRÍCOLAS, Piracicaba, v. 11 , n. 132, out. 1997.
- REIS, R.P. Introdução à teoria econômica. Lavras: ESAL/FAEPE, 1991. 86p.
- RODRIGUES, O.M. Custos de produção comparativos nos sistemas de plantio de café tradicional e adensado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 20, 1994. Trabalhos apresentados. Guarapari: MARA/PROCAFÉ/DENAC, nov. 1994. p.79-80.
- SAN JUAN, R.C.C.; LESSI, R.; RAMOS, F.A.; PIO, L.C.; SANTINATO, R.; SILVA, A.D. Desenvolvimento de pulverizador adaptado a colheitadeira de café. In CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 23, Manhuaçu, 1997. Anais... Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ/PNFC, 1997. p.84-85.
- SAS INSTITUTE INC. SAS Produceres Guide for computers. Cary NC: SAS Institute INC, v. 3, 6.ed. 1993. 373p.
- SEBRAE. Diagnóstico da cafeicultura em Minas Gerais. Relatório de Pesquisa. Belo Horizonte: FAEMG, 1996. 52 p.

- SERA, T. Produtividade e custo de produção de café no Paraná. IN. ENCONTRO SOBRE CAFEICULTURA PARANAENSE, 1984, Londrina. Anais... Londrina: IAPAR, jun. 1984.
- SILVA, F.M. da.; SALVADOR, N.; BARBOSA, R.R.; ABREU, E.M. Desempenho da operação mecanizada de derrça do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 23, Manhauçu, 1997. Anais... Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ/PNFC, 1997. p.174-176.
- STEVENSON, W.J. Estatística aplicada à administração. São Paulo: Harper & How do Brasil, 1981. 495p.
- TOLEDO, A.R.; MIGUEL, A.E.; MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R. Estudo de diversos espaçamentos adensados com vários sistemas de podas em relação ao plantio tradicional - cultivar Mundo Novo - Acaiá - no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 15, 1989. Anais... Maringá: IBC, set. 1989.
- VASCONCELLOS, M.A S.; GARCIA, M.E. Fundamentos de economia. São Paulo: Saraiva, 1998. 240p.
- VEGRO, C.L.R. Competitividade da indústria brasileira de café. Informações Econômicas, São Paulo, v. 24, n. 2, fev. 1994. p.65-72.
- VEGRO, C.L.R.; MARTIN, N.B.; MORICOCHI, L. Planos de revitalização da cafeicultura: uma análise dos programas estaduais. Informações Econômicas, São Paulo, v. 25, n. 4, p.25-42, abr. 1995.
- VIEIRA, S.; HOFFMANN, R. Estatística experimental. São Paulo: Atlas, 1989. 179p.

ANEXOS

Anexo A		Página
1A	Análise de variância para a variável produtividade média. Período 1994/97.....	59
2A	Análise de variância para a variável custo total médio por saca de 60kg de café beneficiado. Período 1994/97.....	59
3A	Análise de variância para a variável custo total médio por hectare. Período 1994/97.....	59
4A	Análise de variância para a variável receita líquida média por saca de 60kg de café beneficiado. Período 1994/97.....	60
5A	Análise de variância para a variável receita líquida média por hectare. Período 1994/97.....	60
6A	Dados originais de produtividade e custo total de produção da Fazenda Experimental da EPAMIG/Machado. Safras 1994, 1995, 1996 e 1997.....	61

TABELA 1A. Análise de variância para a variável produtividade média. Período 1994/97.

Tratamento	GL	SQ	QM	F	Prob. "F"
Entre linhas	3	6133,73	2044,57	54,67	0,000
Entre plantas	2	5976,38	2988,19	79,90	0,0000
Entre linhas x Entre plantas	6	1625,25	270,87	7,24	0,0001
Bloco	3	20,52	6,84	0,18	0,9074
Erro	33	1234,07	37,39		

Média geral = 62,03

$\bar{R}_{aj}^2 = 0,89$

CV = 9,85 %

TABELA 2A. Análise de variância para a variável custo total médio por saca de 60 kg de café beneficiado. Período 1994/97.

Tratamento	GL	SQ	QM	F	Prob. "F"
Entre linhas	3	4868,57	1622,85	28,14	0,0000
Entre plantas	2	2150,17	1075,08	18,65	0,0000
Entre linhas x Entre plantas	6	280,48	46,74	0,81	0,5692
Bloco	3	25,58	8,52	0,14	0,9304
Erro	33	1902,83	57,66		

Média geral = 77,47

$\bar{R}_{aj}^2 = 0,79$

CV = 9,80%

TABELA 3A. Análise de variância para a variável custo total médio por hectare. Período 1994/97.

Tratamento	GL	SQ	QM	F	Prob. "F"
Entre linhas	3	102627254,78	34209084,92	120,41	0,0000
Entre plantas	2	72784385,68	36392192,84	128,10	0,0000
Entre linhas x Entre plantas	6	14539234,13	2423205,68	8,53	0,0000
Bloco	3	154559,19	51519,73	0,18	0,9084
Erro	33	9374889,60	284087,56		

Média geral = 5141,39

$\bar{R}_{aj}^2 = 0,95$

CV = 10,36%

TABELA 4A. Análise de variância para a variável receita líquida média por saca de 60kg de café beneficiado. Período 1994/97.

Tratamento	GL	SQ	QM	F	Prob. 'F'
Entre linhas	3	5233,80	1744,60	20,03	0,0000
Entre plantas	2	2820,22	1410,11	16,19	0,0000
Entre linhas x Entre plantas	6	663,27	110,54	1,26	0,2981
Bloco	3	792,29	264,09	3,03	0,0429
Erro	33	2873,85	87,08		

Média geral = 89,54

$$\bar{R}_{aj}^2 = 0,76$$

CV = 10,42%

TABELA 5A. Análise de variância para a variável receita líquida média por hectare. Período 1994/97.

Tratamento	GL	SQ	QM	F	Prob. 'F'
Entre linhas	3	9336608,27	3012202,75	18,54	0,0000
Entre plantas	2	14633543,67	7316771,83	45,04	0,0000
Entre linhas x Entre plantas	6	8054219,41	1342369,90	8,26	0,0000
Bloco	3	354543,41	118181,13	0,72	0,5428
Erro	33	5360254,74	162431,96		

Média geral = 4114,32

$$\bar{R}_{aj}^2 = 0,81$$

CV = 9,79%

TABELA 6A. Dados originais de produtividade e custo total de produção da Fazenda Experimental da EPAMIG/
Machado. Safras 1994, 1995, 1996 e 1997.

População (nº pl/ha)	1994			1995			1996			1997		
	Produt. (scs/ha)	Custo (R\$/sc)	Custo (R\$/ha)									
10.000,00	69,00	59,72	4195,20	57,33	51,65	3772,53	158,00	104,74	14646,60	29,00	57,39	2370,75
10.000,00	73,33	63,47	4458,67	77,50	69,82	5099,50	150,75	99,94	13974,53	45,58	90,20	3726,44
10.000,00	53,33	46,16	3242,67	85,75	77,25	5642,35	125,83	83,42	11664,75	43,33	85,75	3542,50
10.000,00	85,33	73,85	5188,27	71,58	64,49	4710,18	124,75	82,70	11564,33	47,33	93,66	3869,50
6.666,67	31,08	49,04	1724,19	50,25	65,07	2953,19	123,25	81,28	10809,03	54,29	83,25	4066,45
6.666,67	43,00	67,84	2385,21	26,88	34,80	1579,44	137,25	90,52	12036,83	41,50	63,64	3108,35
6.666,67	31,88	50,30	1768,26	45,83	59,35	2693,63	145,50	95,96	12760,36	47,00	72,07	3520,30
6.666,67	34,67	54,70	1922,96	58,58	75,86	3442,94	125,92	83,04	11042,90	52,58	80,63	3938,48
5.000,00	31,92	51,73	1301,56	32,21	29,50	1480,94	47,46	56,85	4052,94	23,33	73,78	1593,00
5.000,00	17,31	28,05	705,83	50,00	45,80	2299,00	79,17	89,83	6760,83	23,08	72,99	1575,92
5.000,00	35,58	57,67	1451,09	68,00	62,29	3126,64	103,58	117,54	8846,02	20,73	65,57	1415,70
5.000,00	15,83	25,66	645,68	50,58	46,33	2325,82	70,83	80,38	6049,17	19,23	60,82	1313,27
8.000,00	10,98	61,02	2875,57	54,87	80,12	4395,92	102,16	110,11	11248,35	54,22	100,09	5427,10
8.000,00	53,33	79,41	3742,40	46,80	68,34	3749,62	107,07	115,40	11789,11	41,53	76,67	4157,07
8.000,00	38,80	57,77	2722,60	79,87	116,63	6398,92	111,13	119,79	12236,89	67,27	124,17	6732,72
8.000,00	55,40	82,49	3887,42	37,93	55,39	3039,22	88,27	95,14	9719,04	53,87	99,43	5391,51
5.333,33	29,40	28,06	1301,24	40,47	48,13	2110,34	117,93	98,64	11221,35	36,60	91,94	2839,79
5.333,33	44,80	42,76	1982,85	35,73	42,50	1863,49	114,93	96,14	10935,90	21,33	53,59	1655,25
5.333,33	56,73	54,15	2511,02	55,87	66,44	2913,44	108,40	90,67	10314,25	34,73	87,25	2694,96
5.333,33	54,55	52,07	2414,53	43,33	51,54	2259,82	113,76	95,15	10823,83	30,89	77,59	2396,67
4.000,00	32,07	41,52	1288,44	21,01	40,54	1012,53	80,33	93,76	7286,23	20,73	55,81	1522,86
4.000,00	44,33	57,40	1781,31	20,47	39,49	986,29	77,69	90,70	7046,38	27,29	73,45	2004,37
4.000,00	13,87	17,95	5571,6	36,33	70,10	1750,90	70,33	82,11	6379,23	28,13	75,72	2066,39
4.000,00	33,87	43,85	1360,76	22,10	42,64	1065,00	82,40	96,20	7473,68	33,00	88,82	2423,85

Continua...

TABELA 6. Continuação

	1994			1995			1996			1997		
6.666,67	48,06	64,19	2053,90	26,44	34,53	1554,93	104,33	98,84	8419,70	32,89	58,05	2562,70
6.666,67	27,82	37,16	1189,12	44,44	58,04	2613,33	85,19	80,70	6874,45	44,15	77,92	3440,03
6.666,67	11,39	15,21	486,76	53,33	69,65	3136,00	60,67	57,47	4895,80	49,56	87,46	3861,37
6.666,67	40,72	54,39	1740,47	55,89	72,98	3286,27	90,56	85,79	7307,84	50,00	88,25	3896,00
4.444,44	27,78	30,55	1047,22	33,33	42,62	1416,67	86,10	80,96	6796,93	38,89	66,97	2454,66
4.444,44	37,22	40,93	1403,28	23,17	29,62	984,58	85,77	80,65	6770,62	35,06	60,37	2212,70
4.444,44	47,17	51,87	1778,18	40,22	51,43	1709,44	80,55	75,74	6358,42	33,33	57,40	2104,00
4.444,44	24,97	27,45	941,24	36,22	46,32	1539,44	83,38	78,40	6582,06	39,33	67,74	2482,72
3.333,33	32,44	44,40	1416,67	30,56	41,82	1249,72	86,67	100,23	6564,16	13,56	27,66	813,60
3.333,33	34,33	46,98	1287,50	25,19	34,48	1030,45	67,64	78,22	5122,96	24,33	49,66	1460,49
3.333,33	14,33	19,61	537,50	33,06	45,24	1351,97	39,78	46,00	3012,77	42,14	86,00	2529,17
3.333,33	28,50	39,00	1068,75	30,72	42,05	1256,54	67,89	78,51	5141,90	37,61	76,76	2257,42
5.714,29	38,48	60,94	1572,14	33,62	42,67	1686,33	97,57	106,47	7803,77	25,83	44,33	1788,18
5.714,29	27,45	43,48	1121,71	43,71	55,48	2192,71	71,45	77,97	5714,77	47,00	80,65	3253,34
5.714,29	19,05	30,17	778,29	41,24	52,34	2068,50	50,86	55,50	4067,56	48,19	82,69	3335,75
5.714,29	18,21	28,84	744,04	39,52	50,16	1982,52	73,29	79,98	5862,03	40,34	69,22	2792,42
3.809,52	24,19	31,37	896,26	25,95	31,73	1035,50	72,43	75,80	4975,84	21,14	51,38	1178,29
3.809,52	22,43	29,08	830,98	31,86	38,95	1271,10	57,14	59,80	3925,71	25,46	61,87	1418,90
3.809,52	38,29	49,65	1418,48	40,10	49,02	1599,80	64,76	67,78	4449,14	21,29	51,73	1186,25
3.809,52	29,38	38,10	1088,56	32,63	39,90	1302,13	68,24	71,42	4687,95	23,84	57,94	1328,67
2.857,14	23,81	32,93	859,52	19,05	34,12	737,14	64,29	63,22	3891,21	16,67	58,70	848,67
2.857,14	32,10	44,39	1158,64	27,95	50,06	1081,76	73,95	72,73	4476,33	15,71	55,34	800,17
2.857,14	23,65	32,71	853,68	23,81	42,64	921,43	59,52	58,54	3602,97	11,90	41,93	606,19
2.857,14	24,86	34,38	897,34	15,62	27,97	604,46	48,43	47,63	2931,38	13,55	47,71	689,84

Fonte: SILVA, E.M. - EPAMIG/Machado, MG. (1997)⁶

⁶ Comunicação pessoal com SILVA, Edson Marques (Eng. Agro., Pesquisador da EPAMIG em Machado, MG, 1997).