

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA  
ESAL - Cx. Postal 37 - 37.200 - LAVRAS - M. G.

LUIZ MARCELO ANTONIALLI

ANÁLISE ECONÔMICA SOBRE ADUBAÇÃO COM SULFATO  
DE ZINCO VIA FOLIAR NA PRODUÇÃO DO  
CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.)

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Administração Rural, para obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1988

ANÁLISE ECONÔMICA SOBRE ADUBAÇÃO COM SULFATO DE ZINCO VIA  
FOLIAR NA PRODUÇÃO DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS  
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA  
LAVRAS -- MINAS GERAIS

APROVADA:

Prof. ANTÔNIO JOÃO DOS REIS  
Orientador

Prof. GUARACY VIEIRA

Prof. RUBEN DELLY VEIGA

Prof. JOÃO BATISTA SOARES DA SILVA

Aos meus pais e irmãos,  
com carinho e respeito.

À minha esposa Yolanda e meu filho Fabio,  
com amor.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, 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 Antônio João dos Reis, pela presteza, dedicação e sábias orientações; e aos professores Guaracy Vieira e Ruben Delly Veiga, pela revisão e sugestões apresentadas.

Ao professor João Batista Soares da Silva, pelo fornecimento dos dados experimentais e esclarecimentos técnicos.

Ao Instituto Brasileiro do Café (Agência Varginha - MG), pela presteza no fornecimento de dados.

Aos professores do Mestrado em Administração Rural, pelos cursos ministrados.

Ao professor José Geraldo de Andrade, pelo incentivo e

amizade.

Ao professor José Vitor Silveira "*in memoriam*", pelas orientações prestadas em matemática.

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

Aos companheiros do Departamento de Adubos da Cooperativa Agrícola de Cotia - Cooperativa Central, pela amizade e troca de experiências.

Aos sócios-proprietários da Samira Administração Rural e Granja Samira, na pessoa do professor Ricardo de Souza, pelo incentivo.

Aos biblioteconomistas Maria Helena de Castro e Antônio Máximo de Carvalho, pela revisão das referências bibliográficas.

A professora Eliane Faria Cicarelli, pela revisão de português e inglês.

Ao sogro Vicente Pinto da Locha e família, pela amizade e incentivo.

Aos colegas de mestrado, pela troca de experiências, companheirismo e agradável convivência.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

LUIZ MARCELO ANTONIALLI, filho de Sylvio Luiz Antonialli e Maria Célia Domeniguette Antonialli nasceu em Casa Branca, Estado de São Paulo, no dia 26 de março de 1959.

Concluiu o curso primário no Grupo Escolar Prof<sup>a</sup> Olga Marinovic Doro - São Paulo - SP, o ginásial e científico no Colégio Estadual Dr. José Pereira de Queiroz - São Paulo - SP.

Diplomou-se em Agronomia, em dezembro de 1982, pela Escola Superior de Agricultura de Lavras - Minas Gerais.

Em 1983 ingressou no Curso de Mestrado em Administração Rural, na Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Em abril de 1985 ingressou na Cooperativa Agrícola de Cotia - Cooperativa Central, como Engenheiro Agrônomo do Departamento de Adubos - Assistência técnica - São Paulo - SP e Assis Chateaubriand - PR, onde permaneceu até agosto de 1986.

Em setembro de 1986 ingressou na Samira Administração Rural Ltda., ocupando o cargo de Gerente Administrativo, onde permanece.

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. O problema e sua importância .....	1
1.2. Objetivos .....	3
1.2.1. Objetivo geral .....	3
1.2.2. Objetivos específicos .....	4
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	5
2.1. Dados experimentais .....	5
2.2. Modelo teórico e analítico .....	9
2.3. Modelo matemático .....	11
2.3.1. Modelo polinomial quadrático .....	12
2.3.2. Modelo polinomial cúbico .....	13
2.3.3. Modelo transcendental .....	13
2.3.4. Modelo Mitscherlich .....	14
2.4. Operacionalização das variáveis .....	16
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	18
3.1. Resultados estatísticos e seleção do modelo .....	18
3.2. Análise econômica .....	19

	Página
4. CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....	26
4.1. Conclusões .....	26
4.2. Sugestões .....	27
5. RESUMO .....	28
6. SUMMARY .....	31
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33
ANEXOS .....	42



## LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Adubação de nitrogênio, fósforo e potássio utilizado no experimento analisado .....	6
2	Tratamentos e parcelamentos das doses de sulfato de zinco aplicado em cafeeiro, via foliar, Município de Nepomuceno - MG, período de 1974 a 1976 .....	8
3	Produção de café beneficiado (média de 2 repetições) segundo diferentes tratamentos, Município de Nepomuceno - MG, período de 1974 a 1976 .....	9
4	Modelos de funções de produção para a adubação foliar com sulfato de zinco em cafeeiros, Município de Nepomuceno - MG, período de 1974 a 1976 .....	19
5	Relação preço do fator/preço do produto e doses econômicas de sulfato de zinco, via foliar, Município de Nepomuceno - MG, período de 1981 a 1986 .....	23

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Representação gráfica das curvas de produto físico total e produto físico marginal para o modelo cúbico .....	20
2 Simulação das relações de preços entre o do sulfato de zinco e o do café beneficiado, e doses econômicas de sulfato de zinco em gramas/cova/ano, via foliar .....	25

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. O problema e sua importância

Historicamente o café vem sendo um dos principais produtos de exportação do Brasil, gerando divisas e contribuindo para a ampliação dos acordos comerciais com outros países. O desenvolvimento econômico-social brasileiro tem mantido até os dias atuais uma estreita relação com o volume de exportação de café, cujas divisas obtidas têm proporcionado a oportunidade de investimento e sustentação de diversos setores básicos da economia (1, 4, 35, 42). Conforme MATIELLO & CARVALHO (31, 32), o País ocupa a liderança mundial na produção e exportação de café, sendo também o segundo mercado consumidor do produto, porém sua produtividade é inferior à de outros países produtores. No período de 1981 a 1986 a produtividade média esteve em torno de 11,2 sacas de café beneficiado/hectare segundo o ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ (3). Essa baixa produtividade está relacionada com vários fatores, principalmente a ocorrência de deficiências minerais.

Além das deficiências normais de nitrogênio, fósforo e

potássio, que afetam a produtividade do cafeeiro, também a deficiência do micronutriente zinco se destaca pela frequência com que vem ocorrendo em todas as regiões do País (10, 14, 24). Nas lavouras implantadas em solos sob vegetação de cerrado, o zinco é um dos micronutrientes cuja deficiência tem se mostrado de forma mais generalizada (16, 27, 30).

A maioria dos pesquisadores (10, 14, 37, 38, 41, 51, 52, 53) acredita que a forma mais fácil e rápida de corrigir a deficiência de zinco em cafeeiro é através da adubação foliar com sulfato de zinco. Segundo GRILLO (17), o fornecimento de zinco ao cafeeiro através da adubação foliar, tanto na forma de sais quanto de quelatos, é a curto prazo mais eficiente que o fornecimento via solo. A adubação foliar, segundo McNALL (28), pode ser até doze vezes mais eficiente que a via solo, concluindo também que o suprimento de zinco pelas folhas não é substituto da fertilização via solo.

Não se tem um consenso formado sobre a dose ideal de sulfato de zinco para cafeeiros em produção. A maioria dos trabalhos, refere-se à percentagem de concentração (peso do sal/volume de água) e muitas vezes sem levar em conta as condições detalhadas do solo e da lavoura, inclusive o nível de zinco existente. MALAVOLTA (29) recomenda 2 a 4 pulverizações à base de 0,5% de concentração entre os meses de agosto a março. CERVELLINI (9) recomenda 3 ou 4 pulverizações à base de 1,0 grama/planta para corrigir a deficiência. FRANCO & MENDES (14) e CHEBABI & GONÇALVES (10), por sua vez, consideram ideal para o Estado de São Pau

lo a concentração de 0,6%.

SILVA (52), estudando a influência de doses de sulfato de zinco, aplicadas via foliar sobre a produção do cafeeiro, concluiu que as maiores produções foram obtidas com as doses 6,0 e 4,0 gramas/cova/ano parceladas em partes iguais nos meses de outubro e dezembro, que corresponderam respectivamente, a um aumento de 82% e 73% em relação à testemunha. O nível crítico de zinco nas folhas esteve na faixa de 15,9 a 19,4 ppm. As doses aplicadas a partir de 8,0 até 18,0 gramas/cova/ano elevaram o nível de zinco nas folhas provocando fitotoxidez e conseqüente redução da produção.

Enquanto o trabalho de SILVA (52) analisou os aspectos técnicos relativos à adubação foliar com sulfato de zinco no cafeeiro, o presente trabalho, usando os mesmos dados experimentais, procurou fazer um estudo do uso racional desse fertilizante.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo geral

Analisar, a partir de dados experimentais, a racionalidade econômica da adubação foliar com sulfato de zinco em cafeeiro.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- 1.2.2.1. Ajustar uma função de produção que melhor explique a relação entre a produção do cafeeiro e níveis de sulfato de zinco via foliar.
- 1.2.2.2. Estimar a dose de sulfato de zinco e o parcelamento das pulverizações que proporciona lucro máximo ao cafeeicutor.
- 1.2.2.3. Apresentar subsídios para tomada de decisão quanto à dose econômica, considerando diferentes relações de preços entre o insumo e produto.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Dados experimentais

A pesquisa foi baseada no trabalho conduzido por SILVA (52) no período de 1974 a 1976, no município de Nepomuceno, Zona Sul do Estado de Minas Gerais, a 880m de altitude.

O município apresenta temperatura média anual de 19,3°C e precipitação pluviométrica média anual de 1400 mm, sendo que mais de 80% ocorre de outubro a março, conforme VILELA & RAMALHO (58). O solo experimental foi classificado como "Latossolo Vermelho Escuro distrófico álico, textura muito argilosa, relêvo ondulado", fase cerrado.

A lavoura foi implantada em janeiro de 1970, no espaçamento de 4,0 x 2,5m, com duas mudas por cova (1.000 covas/ha), utilizando-se a cultivar Bourbon Vermelho. Na época do início dos tratamentos (outubro de 1973) a lavoura estava com 3 anos e 9 meses de campo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com onze tratamentos e duas repetições. Cada parcela era constituída de 10 covas em linha, sendo que apenas as seis

centrais foram consideradas úteis.

Quando foi instalado o experimento, a lavoura apresentava visíveis sintomas de deficiência de zinco e boro, confirmadas por análise foliar. Foram também coletadas 10 sub-amostras de solo na camada de 0-20 cm de profundidade na área experimental (0,63 ha), para obtenção de uma amostra composta. Pelas análises chegou-se à recomendação de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio, conforme o Quadro 1. Os adubos utilizados foram o sulfato de amônio, superfosfato simples e o cloreto de potássio. As doses fornecidas, com exceção do fósforo, foram parceladas em quatro vezes, de setembro a março. No primeiro ano de estudo foi aplicado ainda 20 gramas de bórax por cova no solo. Além da adubação no solo, aplicou-se ainda via foliar, duas pulverizações por ano com 1,0 kg de diamônio de fosfato, 1,0 kg de sulfato de magnésio e 400 gramas de ácido bórico, na base de 150 litros de solução por hectare.

Quadro 1 - Adubação de nitrogênio, fósforo e potássio utilizado no experimento analisado

Nutriente	Dose gramas/cova/ano		
	73/74	74/75	75/76
Nitrogênio	90	120	150
Fósforo	40	40	40
Potássio	90	120	150

Fonte: SILVA (52).



Para o controle fitossanitário, visando a prevenir o ataque da "ferrugem do café" (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.) foram feitas três aplicações anuais de oxicloreto de cobre nos meses de outubro, janeiro e março. Ocasionalmente, quando havia infestação de "bicho mineiro" (*Perileuoptera coffeella* Guérin-Menéville) e a "broca do café" (*Hypothenemus hampei* Ferrari), foram feitas aplicações de Bidrim 50-E (dicrotophos) à base de 0,5 litros de princípio ativo por hectare e, Thiodan (endossulfan) a 0,7 litros de princípio ativo por hectare.

Os tratamentos constaram de aplicações de doses crescentes de sulfato de zinco ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  - 22% Zn) em gramas/cova/ano, via foliar, no Quadro 2 estão apresentados os tratamentos e o parcelamento das doses. As pulverizações foram feitas com pulverizador costal manual, aplicando-se 150 ml de solução por planta, usando-se espalhante adesivo concentrado na dose de 5 cc/100 litros de água. Com os parcelamentos utilizados, a concentração mais baixa de sulfato de zinco foi de 0,67% (1 g/150 cc) e a mais alta de 2,67% (4 g/150 cc). Iniciaram-se os tratamentos em outubro de 1973 e foram repetidos nos anos agrícolas de 1974/75 e 1975/76, sempre nos mesmos períodos.

As produções de 1974, 1975 e 1976 apresentadas no Quadro 3, foram colhidas quando 80% se encontravam na fase de café cereja. A colheita foi realizada no pano e em seguida os frutos foram secos em terreiro de cimento; após atingirem o ponto de seca foram beneficiados e pesados. SILVA (52) analisou estatisticamente os dados, usando a análise de variância em

esquema de parcelas sub-divididas no tempo, de acordo com STEEL & TORRIE citado pelo autor, utilizando-se também da análise de regressão.

Quadro 2 - Tratamentos e parcelamentos das doses de sulfato de zinco aplicado em cafeeiro, via foliar, Município de Nepomuceno - MG, período de 1974 a 1976

Tratamentos sulfato de zinco (gramas/cova/ano)	Meses (parcelamento) em gramas/cova					
	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar
0,0	-	-	-	-	-	-
1,0	1	-	-	-	-	-
2,0	2	-	-	-	-	-
4,0	2	-	2	-	-	-
6,0	3	-	3	-	-	-
8,0	4	-	4	-	-	-
10,0	3	-	3	4	-	-
12,0	4	-	4	4	-	-
14,0	3	-	4	4	3	-
16,0	4	-	4	4	4	-
18,0	4	-	4	4	3	3

Fonte: SILVA (52), organizado pelo autor.

Quadro 3 - Produção de café beneficiado (média de 2 repetições) segundo diferentes tratamentos, Município de Nepomuce no - MG, período de 1974 a 1976

Tratamentos sulfato de zinco (gramas/cova/ano)	Produção (quilos/hectare)			
	1974	1975	1976	Média
0,0 (testemunha)	735,16	1.276,50	456,97	822,87 c
1,0	651,00	1.368,00	952,30	990,43 c
2,0	1.090,80	1.527,75	798,15	1.138,90 b
4,0	1.186,90	1.834,80	1.270,15	1.430,62 ab
6,0	1.382,63	1.930,25	1.198,60	1.503,83 a
8,0	854,62	1.715,70	870,21	1.146,84 bc
10,0	801,00	1.468,80	744,61	1.004,80 c
12,0	909,00	1.515,00	934,48	1.119,49 bc
14,0	833,00	1.248,00	1.059,48	1.046,83 c
16,0	671,40	1.363,50	1.146,37	1.060,42 c
18,0	715,50	1.387,80	974,96	1.026,08 c
Média	893,73 b	1.512,37 a	946,02 b	1.117,37

DMS 5% - entre tratamentos = 338,4.

DMS 5% - entre anos = 252,3.

As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: SILVA (52).

## 2.2. Modelo teórico e analítico

A análise de experimentos de adubação, tanto do ponto de vista agrônômico como do econômico, baseia-se na hipótese de que há uma relação funcional entre as quantidades empregadas de

adubo e o rendimento cultural obtido. Esta relação é denominada função de produção. HOFFMANN et alii (20), por sua vez, definem a função de produção como sendo uma relação (tabular, algébrica ou gráfica) que mostra a quantidade máxima de produto que se pode obter a partir de um conjunto de insumos, para uma dada tecnologia disponível por unidade de tempo.

A teoria utilizada como fundamento desta pesquisa é a da economia da produção, e foi baseada nos trabalhos (13, 19, 48). Sua aplicação em pesquisas agrícolas é muito generalizada e pode ser encontrada na literatura, como (11, 33, 39, 40, 54, 59) entre outros.

Matematicamente a função de produção pode ser expressa por:

$$Y = f (X_1, X_2, \dots, X_n)$$

onde

Y = variável dependente, representando a produção;

$X_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) = variáveis independentes, representando os insumos ou fatores envolvidos no processo produtivo.

Na presente pesquisa foi utilizada a função de produção com apenas um insumo variável, onde a obtenção de café beneficiado (Y) depende somente de níveis de sulfato de zinco via foliar ( $X_1$ ). Outros fatores foram empregados no processo produtivo, tais como: terra, mão-de-obra, capital e outros, todos man-

tidos fixos pela técnica experimental.

A função de produção clássica apresenta três estágios, sendo o segundo o racional do ponto de vista técnico. Os outros dois são irracionais, sendo que no primeiro os recursos fixos são extensivamente usados, e no terceiro intensivamente usados, perdendo ambos em eficiência.

A obtenção da dose do insumo, considerada economicamente ótima, ou seja, que proporciona lucro máximo, ocorre dentro do estágio racional de produção, quando a derivada primeira da função de produção (denominada produto físico marginal) se iguala à relação de preços entre o insumo e o produto, expresso por:

$$PFM_{x} = \frac{P_x}{P_y}$$

onde:

$P_x$  = preço unitário do insumo; e

$P_y$  = preço unitário do produto.

### 2.3. Modelo matemático

Os modelos matemáticos testados no presente estudo foram os polinomiais quadrático e cúbico, o transcendental e o de Mitscherlich. Maiores informações sobre os mesmos encontram-se nos trabalhos (18, 43, 56).

### 2.3.1. Modelo polinomial quadrático

O polinômio de 2º grau ou modelo quadrático ajustado tem a seguinte expressão:

$$Y = B_0 + B_1 X + B_2 X^2$$

onde:

Y = variável dependente

X = variável independente

B<sub>0</sub> = constante

B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> = coeficientes parciais de regressão

O modelo quadrático apresenta as seguintes propriedades:

- A forma geométrica é uma parábola, que se aproxima da fórmula clássica em seu 1º, 2º ou 3º estágio;
- a constante "B<sub>0</sub>" corresponde ao volume de produção quando a aplicação de sulfato de zinco é nula, ou seja, a produção resultante do conjunto de insumos mantidos constantes;
- o PFM<sub>a</sub> é uma reta crescente ou decrescente;
- a função é côncava, se B<sub>1</sub> > 0 e B<sub>2</sub> < 0; neste caso, apresenta retornos decrescentes e negativos, atingindo um ponto de máximo, que é consistente com o mundo real esperado para resposta ao uso de fertilizantes.

Por essas razões e pela facilidade de operacionalização matemática que apresenta, foi muito utilizado pelos pesquisas

dores em grande número de experimentos agrícolas como (2, 6, 7, 25, 26, 36, 44, 50, 57) entre outros.

### 2.3.2. Modelo polinomial cúbico

O polinômio de 3º grau ou modelo cúbico ajustado tem a seguinte expressão:

$$Y = B_0 + B_1 X + B_2 X^2 + B_3 X^3$$

Suas propriedades são:

- A forma geométrica é de "S";
- permite retornos crescentes seguidos por retornos decrescentes e por fim retornos negativos;
- a constante " $B_0$ " corresponde ao volume de produção quando a aplicação com sulfato de zinco é nula;
- o  $PFM_a$  é uma função quadrática; tem com isso um ponto de máximo ou de mínimo.

A aplicação prática do modelo cúbico pode ser encontrada nos trabalhos de BEZERRA NETO et alii (5) e JUNQUEIRA NETTO (25), entre outros.

### 2.3.3. Modelo transcendental

É representado algebricamente, conforme discutido por THOMPSON (56) pela expressão:

$$Y = B_0 \cdot X^{B_1} \cdot e^{B_2 X}$$

onde:

$B_0$ ,  $B_1$  e  $B_2$  = constantes (parâmetros da regressão),  
 $e$  = base dos logarítmos naturais.

O modelo transcendental tem também algumas características do modelo quadrático e suas propriedades são:

- Se  $X = 0$ , a produção será igual a zero;
- a função tem um ponto de máximo;
- pode apresentar retornos crescentes e decrescentes;
- a função pode ser ajustada pelo método dos quadrados mínimos, por que é linear em logarítmos naturais.

#### 2.3.4. Modelo Mitscherlich

A representação algébrica da equação de Mitscherlich segundo PIMENTEL GOMES (43) é a seguinte:

$$Y = A [1 - 10^{-c(x+b)}]$$

onde:

$Y$  = produção esperada, em kg/ha;

$A$  = produção teórica máxima possível para valores altos de  $x$ ;

$c$  = coeficiente de eficácia, que é típico para cada nutriente ou adubo, expresso em ha/kg;

$b$  = fertilidade natural do solo em termos do nutriente em estudo;



$x$  = quantidade do nutriente adicionado ao solo, por unidade de área.

As propriedades do modelo Mitscherlich são:

- A função é assintótica, ou seja, aproxima-se da produção teórica máxima sem tocá-la;
- o retorno marginal e médio são decrescentes.

A dose econômica ( $X^*$ ) para o modelo Mitscherlich pode ser calculada pela seguinte fórmula sugerida por PIMENTEL GOMES (43):

$$X^* = \left(\frac{1}{2}\right) X_u + \left(\frac{1}{c}\right) \log \frac{u \cdot P_y}{X_u \cdot P_x}$$

onde:

$X_u$  = dose empregada do nutriente, em kg;

$u$  = aumento de produção em kg;

$c$  = coeficiente de eficácia;

$P_x$  = preço unitário do nutriente;

$P_y$  = preço unitário do produto.

O modelo de Mitscherlich tem sido usado em estudos de resposta à adubação, na maioria das vezes com grupos de experimentos, abrangendo uma variável independente. Apresenta a limitação de ser somente aplicado a casos com três, quatro e cinco níveis de adubação igualmente espaçados, segundo MENEGUELLI & TOLLINI (34) e PIMENTEL GOMES (43). Este modelo foi ajustado nos trabalhos (8, 12, 15, 21, 22, 55) entre outros.

#### 2.4. Operacionalização das variáveis

Com base nas médias de produção dos três anos do experimento (Quadro 3), os modelos matemáticos foram ajustados segundo a seguinte expressão geral:

$$Y = f (X)$$

onde:

Y = café beneficiado em kg/ha; e

X = sulfato de zinco em gramas/cova/ano.

Foi utilizado o método dos quadrados mínimos para a estimativa dos modelos quadrático, cúbico e transcendental. Para o modelo Mitscherlich seguiu-se metodologia específica proposta por PIMENTEL GOMES (43).

Os preços do sulfato de zinco foram obtidos do estudo estatístico da EPAMIG (45) para a Região Sul de Minas Gerais (Anexo 1). Os do café beneficiado foram fornecidos pelo Instituto Brasileiro do Café (Agência Varginha - MG) com base nas Resoluções que determinam os preços de garantia para cafês tipo "6" para melhor (Anexo 2).

Esses preços foram coletados no período de janeiro de 1981 a dezembro de 1986 e foram corrigidos pelo Índice Geral de Preços, disponibilidade interna, base março de 1986, dos quais se estabeleceu os padrões de estacionalidade de preços pelo método das médias móveis (Anexos 3 e 4). REIS (47) e RUFINO & MELO FI-

LHO (49) usaram esse método para definir o padrão de estacionalidade.

A relação preço do quilo do sulfato de zinco/preço do quilo do café beneficiado foi calculada através dos preços corrigidos mensais.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. Resultados estatísticos e seleção do modelo

Os resultados estatísticos para os modelos quadrático, cúbico e transcendental estão apresentados no Quadro 4. O critério de seleção do melhor modelo foi baseado nos seguintes indicadores estatísticos: coeficiente de determinação ( $R^2$ ), nível de significância do teste de "t" de Student para os coeficientes de regressão e finalmente análise de resíduos. De acordo com esses critérios de seleção o modelo cúbico foi o que apresentou melhor ajuste estatístico.

Com relação ao modelo Mitscherlich, ao se tentar seu ajustamento com base em quatro tratamentos que representassem todo o experimento (0,0; 6,0; 12,0 e 18,0 gramas/cova/ano) verificou-se que o mesmo não aconteceu. Restrições na metodologia impossibilitaram o ajuste nesse intervalo de doses, não sendo possível a obtenção da equação de regressão. Assim, o modelo cúbico foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais (Quadro 4), razão pela qual foi o mais recomendável para a análise econômica.

Quadro 4 - Modelos de funções de produção para a adubação foliar com sulfato de zinco em cafeeiros, Município de Nepomuceno - MG, período de 1974 a 1976

Modelo	R <sup>2</sup>	Parâmetros da regressão	Nível de significância em (%) do teste "t"
1) Quadrático ( $B_0 + B_1X + B_2X^2$ )	0,30		
B <sub>0</sub>		995,666	-
B <sub>1</sub>		58,589	12,7
B <sub>2</sub>		-3,499	10,3
2) Cúbico ( $B_0 + B_1X + B_2X^2 + B_3X^3$ )	0,72		
B <sub>0</sub>		828,268	-
B <sub>1</sub>		221,676	0,51
B <sub>2</sub>		-27,642	0,79
B <sub>3</sub>		0,898	1,39
3) Transcendental ( $B_0 \cdot X^{B_1} \cdot e^{B_2X}$ )	0,58		
B <sub>0</sub>		988,31	-
B <sub>1</sub>		0,341	1,087
B <sub>2</sub>		-0,057	1,318

Fonte: Dados da pesquisa.

### 3.2. Análise econômica

A representação gráfica do modelo cúbico encontra-se na Figura 1. Neste caso, o estágio racional de produção foi deli

$$PFT = Y = 828,268 + 221,676X - 27,642X^2 + 0,898X^3$$

$$R^2 = 0,72$$

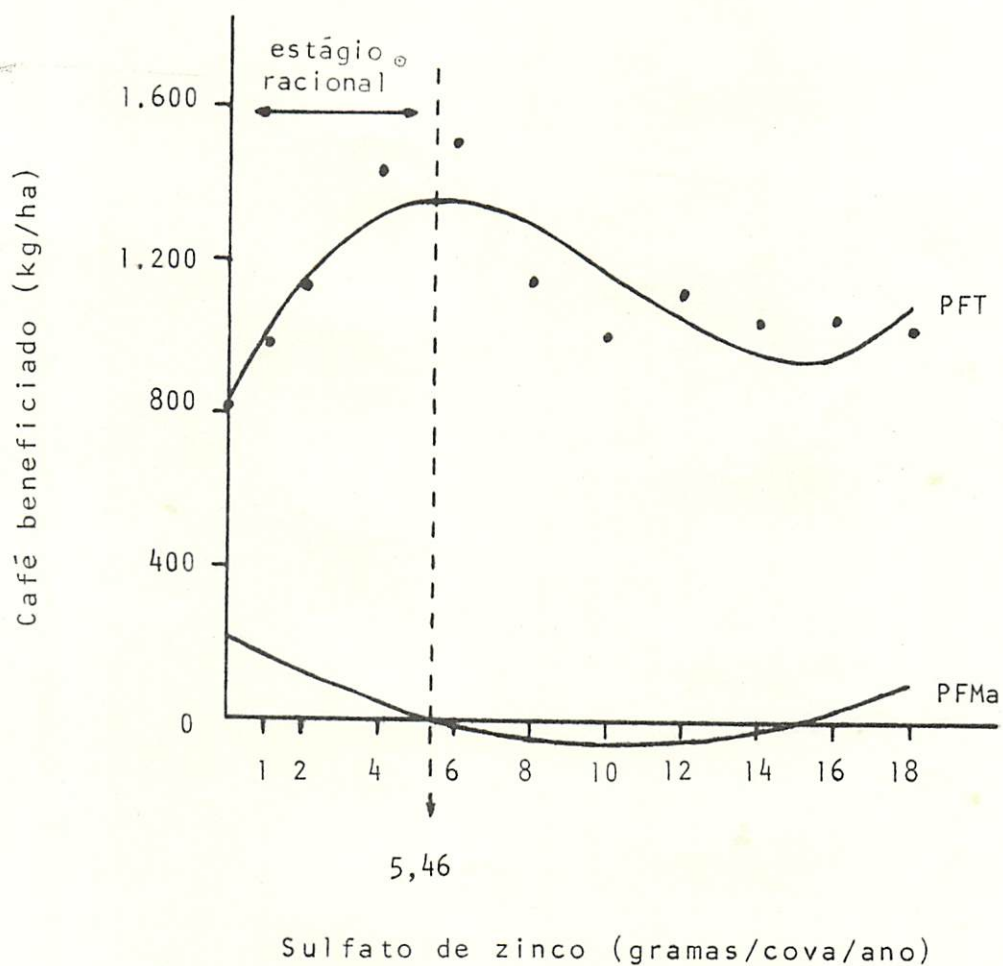


Figura 1 - Representação gráfica das curvas de produto físico total e produto físico marginal para o modelo cúbico

Fonte: Dados da Pesquisa.

mitado pelo intervalo em que a curva do produto físico marginal (PFMa) é decrescente e seu valor é maior que zero. A dose de sulfato de zinco que proporcionou a produção máxima foi de 5,46 gramas/cova/ano, obtida igualando a curva PFMa a zero (PFMa = 0). A este nível de utilização a produção foi de 1.361,0 quilos de café beneficiado/hectare.

Após o estágio racional, teoricamente a curva PFMa deveria ser sempre decrescente e negativa, demonstrando que a partir da dose de máxima produção os acréscimos seriam sempre negativos em razão da fitotoxidez de zinco. Entretanto a curva PFMa no limite de aplicação de sulfato de zinco entre 14,0 e 16,0 gramas/cova/ano voltou a ser positiva. Uma possível explicação para esse fato, baseia-se em uma falha no delineamento experimental, especificamente no parcelamento das doses nos diferentes períodos do ano.

Pode ser notado, nos Quadros 2 e 3, que os tratamentos envolvendo doses superiores a 6,0 gramas/cova/ano não apresentaram a mesma eficiência, mesmo quando tais doses foram estendidas para os meses de janeiro a março. No intervalo de doses entre os tratamentos 8,0 a 18,0 gramas/cova/ano o sulfato de zinco mostrou-se tóxico ao cafeeiro diminuindo a produção; o tratamento de 10,0 gramas/cova/ano foi o que apresentou a menor produção nesse intervalo, inclusive quando comparado com o tratamento de 18,0 gramas/cova/ano (dose máxima). Tudo indica que o tratamento de 10,0 gramas/cova/ano foi prejudicado pela forma como foi parcelado, a

presentando assim menor performance em produção.

No período de coleta de preços, janeiro de 1981 a dezembro de 1986, a relação preço do quilo de sulfato de zinco/preço do quilo do café beneficiado foi em média 0,35 : 1, ou seja, em média o preço do quilo do adubo equivaleu a 35% do preço do quilo do produto. Os limites superior e inferior foram respectivamente 0,68 : 1 e 0,16 : 1.

A dose econômica de sulfato de zinco (Quadro 5) quando a relação de preços é mínima (0,16 : 1) foi de 5,46 gramas/cova/ano, ou seja, equivaleu ao nível de produção máxima. Para a relação de preços máxima (0,68 : 1) a dose econômica foi de 5,44 gramas/cova/ano. Tais resultados evidenciaram que as variações de preços ocorridas entre 1981 a 1986 não influenciariam a dose econômica de sulfato de zinco. O modelo cúbico conseqüentemente não conseguiu detectar diferenças significativas em produção nesse intervalo de doses que proporcionariam lucro máximo. As variações nas relações de preços ocorridas no período de 1981 a 1986 praticamente não influenciariam a dose econômica do fertilizante.

Processou-se uma simulação onde o preço do sulfato de zinco foi aumentado, mantendo-se constante o preço do café beneficiado, foi verificado que à medida que o preço do sulfato de zinco aumenta, há uma redução proporcionalmente menor na dose econômica do mesmo. Teoricamente não seria recomendável aplicar o sulfato de zinco somente quando a relação de preços fosse 221:1. A redução de um grama na dose econômica de sulfato de zinco só o



Quadro 5 - Relação preço do fator/preço do produto e doses econômicas de sulfato de zinco, via foliar, Município de Nepomuceno - MG, período de 1981 a 1986

	Relação de preço ( $P_x/P_y$ ) <sup>1/</sup>	Dose econômica estimada <sup>2/</sup>
$P_x < P_y$	0,16 : 1	5,46
	0,35 : 1	5,45
	0,68 : 1	5,44
$P_x = P_y$	1 : 1	5,43
	2 : 1	5,39
	4 : 1	5,31
	6 : 1	5,24
	8 : 1	5,16
	10 : 1	5,09
	20 : 1	4,74
	30 : 1	4,41
	40 : 1	4,10
	50 : 1	3,81
	60 : 1	3,53
	70 : 1	3,26
	80 : 1	3,00
	90 : 1	2,75
	100 : 1	2,51
	150 : 1	1,39
	200 : 1	0,39
$P_x > P_y$	221 : 1	0,0

<sup>1/</sup>  $P_x$  = preço do quilo do sulfato de zinco;  
 $P_y$  = preço do quilo do café beneficiado.

<sup>2/</sup> Sulfato de zinco em gramas/cova/ano.

Fonte: Dados da pesquisa.

correria quando a relação de preços fosse próxima de 30 : 1, ou seja, que o preço do sulfato de zinco equivalesse aproximadamente a trinta vezes o preço do quilo do café beneficiado. A ocorrência desta situação seria muito pouco provável, considerando-se que no período de 1981 a 1986 o preço do quilo do fertilizante esteve sempre inferior ao preço do quilo do produto.

Com base nos trabalhos de RAIJ (46) e SALLES & GONÇALVES (50) foi elaborado o gráfico na Figura 2 que fornece subsídios na tomada de decisão pelo cafeicultor, procurando indicar a dose econômica de sulfato de zinco a ser aplicada via foliar, considerando diferentes relações de preços entre o insumo e o produto. A relação de preços ( $P_x/P_y$ ) deve ser calculada dividindo-se o preço do quilo do sulfato de zinco ( $P_x$ ) pelo preço do quilo do café beneficiado ( $P_y$ ) e compará-lo com o Quadro 5, ou Figura 2, onde a seta indica um exemplo de como determinar a dose econômica do fertilizante. Para tomar a decisão correta é necessário que o produtor atualize a relação de preços na época da adubação.

A dose econômica do Quadro 5 ou Figura 2 mostra as quantidades totais a serem aplicadas, sendo que os parcelamentos deverão obedecer ao esquema apresentado no Quadro 2 e válidas para as lavouras com as características descritas no experimento.

*Custo*  
*Preço*

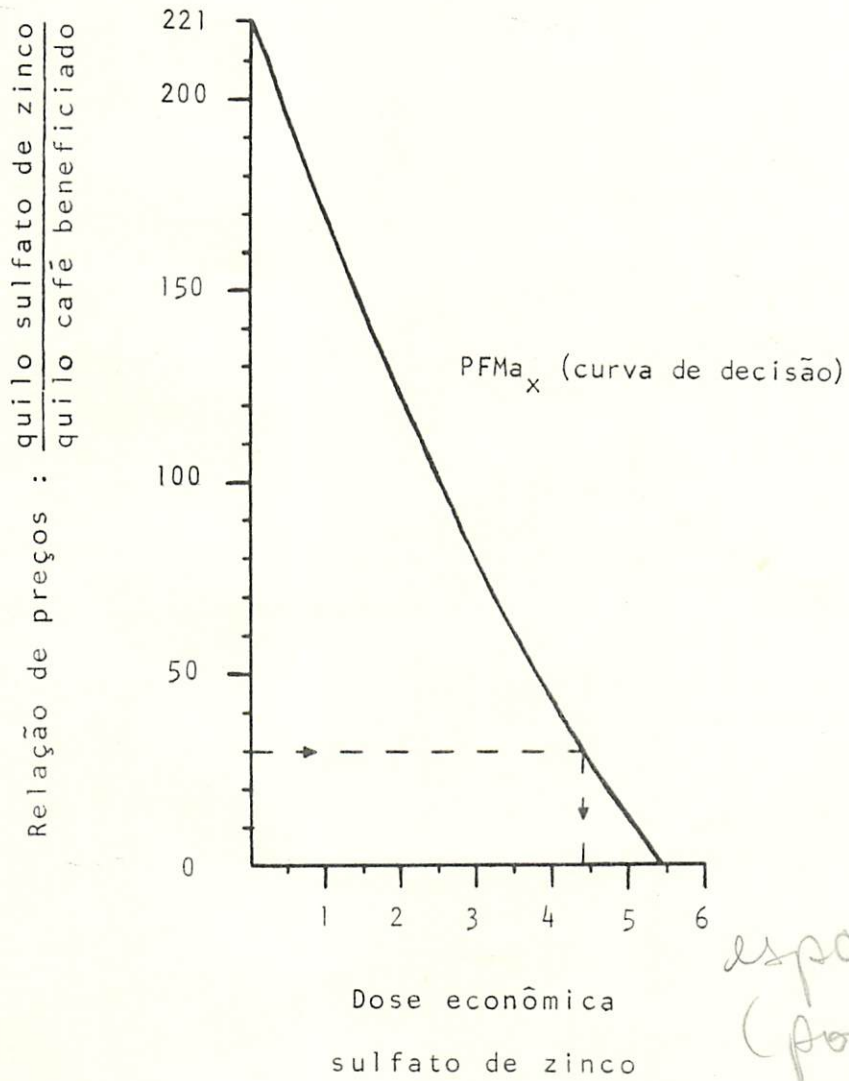


Figura 2 - Simulação das relações de preços entre o do sulfato de zinco e o do café beneficiado, e doses econômicas de sulfato de zinco em gramas/cova/ano, via foliar

Fonte: Dados da Pesquisa.

#### 4. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

##### 4.1. Conclusões

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

- a) O modelo cúbico apresentou melhor ajuste aos dados experimentais de produção;
- b) segundo variações de preços no período de 1981 a 1986, a dose econômica de sulfato de zinco que proporcionou lucro máximo ao cafeicultor esteve entre 5,44 a 5,46 gramas/cova/ano, que promoveu a produção estimada de 1.361,0 quilos de café beneficiado/hectare. Tais doses foram parceladas em partes iguais em outubro e dezembro.
- c) as variações nas relações de preços ocorridas entre 1981 a 1986 foram pequenas, fazendo com que a dose econômica de sulfato de zinco estivesse próxima da dose de produção máxima;
- d) a redução de um grama na dose econômica somente ocorreria quando o preço do quilo do sulfato de zinco equivalesse a 30 vezes o preço do quilo do café beneficiado;

- e) a decisão sobre a dose econômica do fertilizante a aplicar deve ser tomada através do cálculo atualizado da relação de preços, na época da adubação, e comparando-o com o calculado no Quadro 5 ou Figura 2.

#### 4.2. Sugestões

- a) Em futuras pesquisas deve-se considerar, na montagem do delineamento experimental, doses igualmente espaçadas de sulfato de zinco;
- b) o parcelamento das doses deve ser dimensionado fixando igual número de meses para todos os tratamentos. Dentro das limitações técnicas, evitar que nos meses de outubro e dezembro haja diferença comparativa entre os tratamentos devido aos parcelamentos;
- c) seria aconselhável que em trabalhos dessa natureza se levasse em consideração um maior período de observação visando a minimizar a influência da característica bienal de produção do cafeeiro como também, maior número de repetições;
- d) utilizar cultivares de cafeeiro Catuaí ou Mundo Novo que são mais representativas das lavouras cultivadas atualmente;
- e) a extensão rural deve conscientizar os agricultores quanto à importância da adubação foliar com zinco no cafeeiro.

## 5. RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar economicamente a adubação com sulfato de zinco via foliar sobre a produção do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cultivar Bourbon Vermelho). Procurou-se determinar a dose econômica de sulfato de zinco e o parcelamento das pulverizações. Buscou-se ainda apresentar subsídios à tomada de decisão pelo cafeicultor quanto à dose econômica do adubo a aplicar, considerando possíveis relações entre os preços do insumo e do produto no mercado.

Os dados foram oriundos do experimento conduzido por SILVA (52) no município de Nepomuceno, no Sul do Estado de Minas Gerais, durante os anos de 1974 a 1976, sobre um Latossolo Vermelho Escuro Distrófico.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com onze tratamentos e duas repetições que foram analisados segundo o esquema de parcelas subdivididas no tempo. As doses aplicadas de sulfato de zinco em covas/ano foram: 0,0; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0; 14,0; 16,0 e 18,0 gramas. O sulfato de zinco utilizado foi o  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  com 22% de zinco metálico.

co. As doses de 1,0 e 2,0 gramas foram aplicadas em outubro subdividindo-se, de outubro a março, as pulverizações dos outros tratamentos. Os dados utilizados na avaliação dos tratamentos foram as produções obtidas nos três anos de observação.

O modelo teórico e analítico teve como base a economia da produção, especificamente a relação fator-produto, onde o sulfato de zinco foi o fator variável.

As funções de produção ajustadas foram a quadrática, cúbica, transcendental e Mitscherlich.

Os resultados estatísticos mostraram que a função cúbica foi a que melhor representou a resposta em produção do cafeeiro.

A estacionalidade de preços foi estabelecida no período de janeiro de 1981 a dezembro de 1986 utilizando-se o método das médias móveis. A relação preço do quilo do sulfato de zinco/preço do quilo do café beneficiado, foi calculada através do preço corrigido mensal e variou de 0,16 : 1 a 0,68 : 1.

Dentro desta faixa a dose econômica de sulfato de zinco esteve entre 5,44 e 5,46 gramas/cova/ano, parceladas em duas partes iguais nos meses de outubro e dezembro.

A conclusão geral é de que a dose econômica foi praticamente igual à dose de produção máxima. A redução de um grama na dose econômica somente ocorreria quando o preço do quilo do

sulfato de zinco equivallesse aproximadamente a trinta vezes o preço do quilo do café beneficiado, situação esta com baixa probabilidade de ocorrência, considerando que no período de 1981 a 1986 o preço do quilo do fertilizante foi inferior ao preço do quilo do produto.



## 6. SUMMARY

This work was carried out with the objective of studying the economic effect of zinc sulphate applied on the leaves of coffee plant (*Coffea arabica* L. cultivar Bourbon).

The amount of zinc sulphate as well as the time period were determined in order to help the coffee farmer to decide which and how much fertilizer should be used taking into account the price ratio fertilizer - coffee gram.

Data were collected from the experiment on Distrophic Dark Red Latossol (Orthox) carried out by SILVA (52) in the "município" of Nepomuceno, Minas Gerais, from 1974 to 1976.

The experimental design was randomized blocks, split-plot on time, with eleven treatments and two replications. The amount of zinc sulphate ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  - 22% Zn) were: 0,0; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0; 14,0; 16,0 e 18,0 grams/plant/year. Foliar spray was in October for the treatment 1,0 and 2,0 and splitted in October and March for the other treatments. The effect of each treatment was analized based upon coffee yield, during three consecutive years.

The theoretical method utilized was based upon yield economy in which zinc sulphate was the variable input.

Quadratic, cubic, transcendental and Mitscherlich production functions were tested. Statistical results showed that cubic function was the one best fitted for coffee plant yield.

By using the average moving method, price stability was set from January 1981 to December 1986. The monthly corrected prices were used as a basis to calculate price relationships.

The zinc sulphate rate was found to vary from 5,44 to 5,46 grams/plant/year and divided into two parts in the months of October and December.

The general conclusion is that the economic amount was almost the same as the maximum yield amount. A one gram reduction will not occur until the price is 30 times higher than the processed coffee price what will hardly occur since the price of fertilizer was found to be lower than that for coffee kilogram.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AFONSO NETO, M.J. Minas e a nova cafeicultura. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 11(6):1, jun. 1985.
2. ALMEIDA, D.L. de; CASTRO, J.A.B. de; PENTEADO, A. de F. & GRAMATO, S. de S. Otimização econômica da produção de milho de acordo com as fórmulas de adubação baseadas em análise de solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 12 (único):1-10, 1977.
3. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ - 1986. Rio de Janeiro, IBC, v. 16, 1986. p.11.
4. ARAÚJO, H.M. de. Análise econômica da cafeicultura na região sul de Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1976. 72p. (Tese MS).
5. BEZERRA NETO, F.; HOLANDA, J.S. de; TORRES FILHO, J. & TORRES, J.F. Níveis de máxima eficiência econômica de esterco de curral no cultivo do caupi. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 19(5):567-71, maio 1984.

6. CAMARGO, J.R.V. de. Análise econômica de experimentos de adubação na cultura do algodão. Agricultura em São Paulo, São Paulo, 28(1/2):19-34, 1981.
7. CAMPOS, H. de; ARAÚJO, P.F.C. de & ARRUDA, H.V. de. Aspectos econômicos da adubação em milho. Agricultura em São Paulo, São Paulo, 20(1/2):149-83, 1973.
8. CAVALCANTI, F.J. de A. & GOMES, R.V. Dose econômica de fósforo para a cana-planta em um solo de "tabuleiro" em Pernambuco. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 24(3):291-3, jul. 1979.
9. CERVELLINI, G.S. Micronutrientes na adubação do cafeeiro. In: MALAVOLTA, E. et alii. Nutrição e adubação do cafeeiro. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. p.91-101.
10. CHEBABI, R.A. & GONÇALVES, J.C. Deficiências minerais de cafeeiro. Campinas, CATI, 1970. 28p. (Boletim Técnico SCR, 56).
11. COLWELL, J. Estudo dos efeitos de solo e clima sobre a resposta de culturas a fertilizantes. In: CONTINI, E. et alii. Planejamento da propriedade agrícola; modelos de decisão. Brasília, EMBRAPA, 1984. p.67-100.

12. CRISOSTOMO, L.A.; CAMPOS, T.G. da S.; CORDEIRO, C.M.T. & CASTOR, O.S. Diferentes níveis de adubação da fórmula 4-14-8 na rentabilidade e risco da produção comercial de batata. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 18(3):205-12, mar. 1983.
13. FERGUSON, C.E. Microeconomia. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 1986. 610p.
14. FRANCO, C.M. & MENDES, H.C. Deficiência de zinco em cafeeiro. Boletim da Superintendência dos Serviços de Café, São Paulo, 29(334):34-9, dez. 1954.
15. FUZATTO, M.G.; VENTURINI, W.R. & CAVALERI, P.A. Estudo técnico-econômico da adubação do algodoeiro no Estado de São Paulo. Campinas, IAC, 1970. 15p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA, 1).
16. GONÇALVES, J.C. Aproveitamento do cerrado brasileiro para o cultivo do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3, Curitiba, 1975. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1975. p.7-12.
17. GRILLO, J.M. Aplicação de zinco no solo: sua movimentação e absorção por mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Lavras, ESAL, 1984. 100p. (Tese MS).
18. HEADY, E.O. & DILLON, J.L. Agricultural production functions. Ames, Iowa State University, 1961. 667p.

19. HENDERSON, J.M. & QUANDT, R.E. Teoria microeconômica; uma a bordagem matemática. São Paulo, Pioneira, 1976. 417p.
20. HOFFMANN, R.; ENGLER, J.J. de C.; SERRANO, O.; THAME, A.C. de M. & NEVES, E.M. Teoria da produção. In: \_\_\_\_\_. Administração da empresa agrícola. São Paulo, Pioneira, 1976. Cap. 4, p.71-116.
21. \_\_\_\_\_ & VIEIRA, S. Determinação do intervalo de confiança para a dose econômica de nutriente com base em experimentos de adubação. Revista de Economia Rural, Brasília, 15(3):277-306, 1977.
22. IGUE, T.; MASCARENHAS, H.A.A. & MIYASAKA, S. Estudo comparativo dos métodos de Mitscherlich e do trinômio de segundo grau, na determinação das doses mais econômicas de fertilizantes na adubação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Campinas, IAC, 1971. 15p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA, 4).
23. ÍNDICES gerais. Conjuntura Econômica, FGV, v.35-40, v.41, n.1, 1981/1987.
24. INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Grupo de Erradicação e Racionalização da Cafeicultura. Levantamento da realidade cafeeira no Sul de Minas Gerais. s.l., 1975. 27p. (Mimeografado).
25. JUNQUEIRA NETO, A. Resposta diferencial de variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à adubação nitrogenada e fosfatada. Viçosa, UFV, 1977. 99p. (Tese Doutorado).

26. LANZER, E.A. Análise econômica de um grupo de experimentos de fertilização e calagem do solo na cultura do trigo-Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS, 1970. 117p. (Tese MS).
27. LOPES, A.S. Solos sob "cerrado"; características, propriedades e manejo. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 162p.
28. McNALL, L.R. Foliar application of micronutrient. Fertilizer Solutions, Peoria, 11(6):8, 10-11, 13, 1967.
29. MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: passado, presente e perspectivas. In: MALAVOLTA, E. et alii. Nutrição e adubação do cafeeiro. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. p.138-78.
30. \_\_\_\_\_ & KLIEMANN, H.J. Desordens nutricionais no cerrado. Piracicaba, POTAFOS, 1985. 136p.
31. MATIELLO, J.B. & CARVALHO, F. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento: o caso do café. Revista de Economia Rural, Brasília, 18(3):495-505, jul./set. 1980.
32. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Pesquisa cafeeira - contribuição marcante para o desenvolvimento da cafeicultura. In: MALAVOLTA, E. et alii. Nutrição e adubação do cafeeiro. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. p.1-9.

33. MENDES, L.G. Análise do "custo de decisões erradas" sob condições de incerteza de preço; o caso da batatinha no Estado da Bahia. Viçosa, UFV, 1974. 46p. (Tese MS).
34. MENEGUELLI, C.A. & TOLLINI, H. O problema da forma algébrica de funções de respostas a fertilizantes. Revista de Economia Rural, Brasília, 16(4):97-104, out./dez. 1978.
- 35. MESQUITA, A. Análise econômica da habilidade da produção de café na competição de recursos em "empresas típicas" da Zona da Mata de Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1971. 203p. (Tese MS).
36. MILLER, S.F.; BAUWIN, G.R. & GUAZZELLI, R.J. Avaliação econômica e agrônômica de um experimento com feijão comum, Uberaba - Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 4(7):19-26, 1972.
37. MORAES, F.R.P. Adubação química com N, P, K, B e Zn em cafeeiros plantados em Latossolo Vermelho Amarelo Orto da região de Campinas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2, Poços de Caldas, 1974. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1974. p.281-2.
38. MULLER, L.E. Algunas deficiências minerales comunes en el cafeto (*Coffea arabica*, L.). Turrialba, IICA, 1959. 41p. (Boletim, 4).



39. NORONHA, J.F. Teoria da produção aplicada à análise econômica de experimentos. In: CONTINI, E. et alii. Planejamento da propriedade agrícola; modelos de decisão. Brasília, EMBRAPA, 1984. p.23-65.
40. OLIVEIRA, E.B. de. Análise econômica de uma função de produção - milho na região de Patos de Minas, Minas Gerais; a no agrícola 1964/65. Viçosa, UFV, 1966. 74p. (Tese MS).
41. PEREIRA, J.E.; MATIELLO, J.B. & MIGUEL, A.E. Fontes e modos de aplicação de zinco e boro na adubação mineral do cafeeiro, em solo Latossol Vermelho Amarelo Distrófico Húmico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 3, Curitiba, 1975. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1975. p.203-5.
42. PESSAMILIO, H.M.R. A dinâmica social do café. In: \_\_\_\_\_. O café no Brasil. Rio de Janeiro, IBC, 1978. p.1-37.
43. PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. São Paulo, Nobel, 1976. 430p.
44. PORTO, V.H. da F. & HOFFMANN, R. Análise econométrica de dados experimentais sobre a produção de trigo em um sistema de produção trigo-soja. Revista de Economia Rural, Brasília, 20(1):125-58, jan./mar. 1982.
45. PREÇOS agropecuários em Minas Gerais. Informe Agropecuário, EPAMIG, v.7-13, n.76-146, 1981/1987.

46. RAIJ, B. van. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 142p.
47. REIS, A.J. dos. Aspectos econômicos da mandioca. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 13(1):3-8, jan. 1987.
48. \_\_\_\_\_; VIEIRA, G.; ANDRADE, J.G. de & GUIMARÃES, J.M.P. Economia rural; uma abordagem analítica. Lavras, ESAL, 1977. 286p.
49. RUFINO, J.L. dos S. & MELO FILHO, G.A. de. O estudo da estacionalidade dos preços agrícolas na administração da produção. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 12(11):41-54, nov. 1986.
50. SALLES, P.A.A. de & GONÇALVES, J.O.N. Quantidade ótima de nitrogênio usado em capim-pangola e sua determinação pelo preço relativo atualizado do fator. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 17(8):1105-11, ago. 1982.
51. SILVA, J.B.S. da. Estudo de novas fontes dos micronutrientes zinco e boro para o cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4, Caxambú, 1976. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1976. p.234-5.
52. \_\_\_\_\_. Influência de doses crescentes de sulfato de zinco, aplicadas via foliar, sobre a produção do cafeeiro (Coffea arabica L.). Lavras, ESAL, 1979. 62p. (Tese MS).

53. SILVA, J.B.S. da & FRANCO, C.M. Absorção de zinco e boro pelas folhas do cafeeiro, de soluções de diferentes concentrações e de mistura de ambos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4, Caxambú, 1976. Resumos... Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1976. p.277-80.
54. SILVA, P.R. Análise econômica do emprego de fertilizantes na cultura do feijoeiro, através da função de produção - zona da Mata - MG. Viçosa, UFV, 1967. 61p. (Tese MS).
55. TARSITANO, M.A.A. & HOFFMANN, R. Análise econômica do emprego de fertilizantes na cultura do milho. Revista de Economia Rural, Brasília, 23(3):333-49, jul./set. 1985.
56. THOMPSON, R.L. Economia da produção I. Viçosa, UFV, 1973. 222p. (Mimeografado).
57. VIDAL, L.S. Efeito da densidade de plantas e de doses de fósforo sobre a produção de duas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Lavras, ESAL, 1980. 59p. (Tese MS).
58. VILELA, E.A. & RAMALHO, M.A.P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. Ciência e Prática, Lavras, 3(1):71-9, jan./jun. 1979.
59. ZAGATTO, A.G. & PIMENTEL GOMES, F. O problema técnico-econômico da adubação. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 17:149-64, 1960.

ANEXOS

ANEXO 1 - Preços correntes, Índices e preços corrigidos mensais (em cruzados) do quilo de sulfato de zinco na Região Sul de Minas Gerais, no período de 1981 a 1986

Meses	1981			1982			1983		
	Preço	Índice	Preço corrigido	Preço	Índice	Preço corrigido	Preço	Índice	Preço corrigido
Jan.	0,04	0,5668	7,06	0,04	1,103	3,62	0,10	2,261	4,42
Fev.	0,04	0,6149	6,50	0,04	1,179	3,39	0,13	2,408	5,40
Mar.	0,04	0,6601	6,06	0,04	1,264	3,16	0,13	2,651	4,90
Abr.	0,04	0,6962	5,74	0,04	1,332	3,00	0,16	2,895	5,52
Mai.	0,04	0,7394	5,41	0,04	1,413	2,83	0,15	3,089	4,85
Jun.	0,04	0,7724	5,18	0,04	1,526	2,62	0,19	3,467	5,48
Jul.	0,04	0,8116	4,92	0,06	1,619	3,70	0,22	3,930	5,60
Ago.	0,04	0,8663	4,62	0,07	1,712	4,09	0,22	4,328	5,08
Set.	0,04	0,9235	4,33	0,07	1,775	3,94	0,32	4,881	6,55
Out.	0,04	0,9700	4,12	0,09	1,953	4,61	0,33	5,529	5,97
Nov.	0,04	1,0281	3,89	0,10	1,953	5,12	0,34	5,995	5,67
Dez.	0,04	1,0638	3,76	0,10	2,073	4,82	0,40	6,448	6,20
Média	-	-	5,13	-	-	3,74	-	-	5,47
Meses	1984			1985			1986		
	Preço	Índice	Preço corrigido	Preço	Índice	Preço corrigido	Preço	Índice	Preço corrigido
Jan.	0,41	7,081	5,79	2,64	23,52	11,22	6,97	82,42	8,45
Fev.	0,41	7,049	5,81	2,83	25,91	10,92	7,00	100,87	6,94
Mar.	0,46	8,741	5,26	2,89	29,20	9,89	6,99	100,00	6,99
Abr.	0,86	9,522	9,03	3,40	31,31	10,86	6,99	99,42	7,03
Mai.	0,93	10,37	8,97	3,43	33,75	10,16	7,00	99,74	7,02
Jun.	1,02	11,32	9,01	3,52	36,39	9,67	6,98	100,26	6,96
Jul.	1,14	12,49	9,13	3,58	39,64	9,03	7,01	100,90	6,95
Ago.	1,27	13,82	9,19	4,95	45,19	10,95	6,99	102,24	6,83
Set.	1,54	15,27	10,08	4,16	49,31	8,43	6,99	103,36	6,76
Out.	1,61	17,19	9,36	5,29	53,78	9,83	6,99	104,79	6,67
Nov.	1,99	18,89	10,53	5,55	61,81	8,98	6,99	107,36	6,51
Dez.	2,29	20,88	10,96	5,82	69,97	8,32	6,98	115,48	6,04
Média	-	-	8,59	-	-	9,85	-	-	6,93

Fonte: EPAMIG (45), FGV (23) e dados trabalhados pelo autor.

ANEXO 2 - Preços correntes, Índices e preços corrigidos mensais (em cruzados) da saca de 60 kg de café beneficiado na Região Sul de Minas Gerais, no período de 1981 a 1986

Meses	1981			1982			1983		
	Preço	Índice	Preço corrigido	Preço	Índice	Preço corrigido	Preço	Índice	Preço corrigido
Jan.	7,30	0,5668	1.287,93	10,00	1,103	906,62	24,54	2,261	1.085,36
Fev.	7,30	0,6149	1.187,18	10,00	1,179	848,17	24,54	2,408	1.019,10
Mar.	7,30	0,6601	1.105,89	10,00	1,264	791,14	24,54	2,651	925,69
Abr.	7,30	0,6962	1.048,55	10,00	1,332	750,75	24,54	2,895	847,67
Mai.	7,30	0,7394	987,28	10,00	1,413	707,71	24,54	3,089	794,43
Jun.	7,30	0,7724	945,10	10,00	1,526	655,31	24,54	3,467	707,81
Jul.	7,30	0,8116	899,46	10,00	1,619	617,66	37,50	3,930	954,20
Ago.	10,00	0,8663	1.154,33	18,80	1,712	1.098,13	37,50	4,328	866,45
Set.	10,00	0,9235	1.082,84	19,99	1,775	1.126,20	37,50	4,881	768,28
Out.	10,00	0,9700	1.030,93	21,44	1,953	1.097,79	50,00	5,529	904,32
Nov.	10,00	1,0281	972,67	22,94	1,953	1.174,60	50,65	5,995	844,87
Dez.	10,00	1,0638	940,02	24,54	2,073	1.183,79	57,25	6,448	887,87
Média	-	-	1.053,51	-	-	913,15	-	-	881,84
1984									
1985									
1986									
Jan.	68,74	7,081	970,76	257,16	23,52	1.093,36	882,23	82,42	1.070,41
Fev.	68,74	7,049	975,17	257,16	25,91	992,51	882,23	100,87	874,62
Mar.	82,20	8,741	940,39	257,16	29,20	880,68	882,23	100,00	882,23
Abr.	90,13	9,522	946,54	360,00	31,31	1.149,79	882,23	99,42	887,37
Mai.	90,13	10,37	869,14	360,00	33,75	1.066,66	882,23	99,74	884,53
Jun.	90,13	11,32	796,20	360,00	36,39	989,28	882,23	100,26	879,94
Jul.	145,00	12,49	1.160,93	460,00	39,64	1.160,44	882,23	100,90	874,36
Ago.	145,00	13,82	1.049,20	545,00	45,19	1.206,02	882,23	102,24	862,90
Set.	145,00	15,27	949,57	545,00	49,31	1.105,25	882,23	103,36	853,55
Out.	145,00	17,19	843,51	619,25	53,78	1.151,45	2.650,00	104,79	2.528,87
Nov.	210,00	18,89	1.111,70	619,25	61,81	1.001,86	2.650,00	107,36	2.468,33
Dez.	210,00	20,88	1.005,75	619,25	69,97	885,02	2.650,00	115,48	2.294,77
Média	-	-	968,24	-	-	1.056,86	-	-	1.280,15

Fonte: Instituto Brasileiro do Café - Agência Varginha - MG (informação pessoal), FGV (23) e dados trabalhados pelo autor.

ANEXO 3 - Índices estacionais e limites de confiança relaciona -  
dos aos preços de sulfato de zinco na Região Sul de Mi  
nas Gerais, no período de 1981 a 1986

Meses	Índices mensais médios ( $\bar{M}$ )	Desvio padrão (s)	Limite inferior ( $\bar{M} - s$ )	Limite superior ( $\bar{M} + s$ )
Jan.	95,06	10,37	84,69	105,43
Fev.	93,05	10,92	82,13	103,97
Mar.	86,14	10,23	75,91	96,37
Abr.	98,59	12,98	85,61	111,57
Mai.	93,09	13,35	79,74	106,44
Jun.	97,21	19,88	77,33	117,09
Jul.	96,29	3,74	92,55	100,03
Ago.	96,44	12,86	83,58	109,30
Set.	98,85	8,23	90,62	107,08
Out.	100,45	6,90	93,55	107,35
Nov.	100,53	7,83	92,70	108,36
Dez.	95,14	8,95	86,19	104,09

Fonte: Dados da Pesquisa.

ANEXO 4 - Índices estacionais e limites de confiança relacionados aos preços médios corrigidos de café beneficiado tipo "6" para melhor, na Região Sul de Minas Gerais, no período de 1981 a 1986

Meses	Índices mensais médios (M)	Desvio padrão (s)	Limite inferior (M - s)	Limite superior (M + s)
Jan.	107,05	2,75	104,30	109,80
Fev.	98,75	5,92	92,83	104,67
Mar.	93,36	6,29	87,07	99,65
Abr.	95,56	9,06	86,50	104,62
Mai.	87,54	8,26	79,28	95,80
Jun.	79,87	8,66	71,21	88,53
Jul.	98,30	21,13	77,17	119,43
Ago.	110,66	7,42	103,24	118,08
Set.	104,07	11,85	92,22	115,92
Out.	102,57	15,36	87,21	117,93
Nov.	106,32	10,45	95,87	116,77
Dez.	102,49	12,30	90,19	114,79

Fonte: Dados da Pesquisa.