

ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS FATORES QUE AFETAM OS RENDIMENTOS AGRÍCOLAS DO CAFÉ NO EST. DE S. PAULO *

I N D I C E

Introdução	1
I. Interpretação Econômica da Análise	3
1. Considerações gerais	3
a) Fatores originados em períodos anteriores aos cobertos pelos dados	4
b) Variáveis originadas nos anos agrícolas cobertos, mas não medidas pelo estudo	4
c) Fatores qualitativos não considerados na pesquisa	4
2. Aplicação de mão de obra	5
3. Uso de fertilizantes	6
4. Densidade do cafézal	8
5. Idade dos cafézais	8
6. Valor do cafézal	9
7. Variedade de café	10
8. Tipos de solos	10
9. Sumário	11
II. Descrição Técnica da Análise Estatística	13
1. Natureza da função de produção	16
2. Utilização ótima dos fatores (inputs)	18
3. Programa das computações	21
a) Variabilidade na utilização de fatores (inputs)	23
b) Correlação múltipla	23
c) Coeficiente de regressão	23
d) Efeito da estratificação	24
4. Resultados da segunda amostra	33
Nota sobre o fator idade	35
Anexo Estatístico	37

* Análise preparada por L. M. Goreux, chefe da Secção de Estudos de Tendência, Departamento de Produtos, Divisão Econômica da FAO (Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas) e por O. van Teutem, economista da Divisão Agrícola Conjunta CEPAL/FAO.

** A revisão da tradução esteve a cargo de Rubens Araujo Dias e Oscar J. Thomazini Etori da Divisão de Economia Rural. Para maiores esclarecimentos consultar "Agricultura em São Paulo, março 1961 — Apresentação (pág. 1).

ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS FATORES QUE AFETAM OS RENDIMENTOS AGRÍCOLAS DO CAFÉ NO ESTADO DE SÃO PAULO

INTRODUÇÃO

Este relatório complementa as principais análises dos dados coletados na pesquisa de café realizada em 1958 pelas organizações CEPAL/FAO/IBC/SA no Estado de São Paulo, as quais foram apresentadas em outros relatórios.¹

Enquanto os outros relatórios foram feitos com base na análise da cultura do café do Estado de S. Paulo, em seu conjunto, ou em um grupo significativo de propriedades, através de dados expandidos da amostra ou em médias da amostra, o presente trabalho se ocupa de uma série ponderável de dados coletados em propriedades investigadas individualmente, muitas vezes essas proprieda-

des foram divididas em partes homogêneas sobre as quais foram feitas as investigações.²

Em primeiro lugar, foi feita uma análise num total de 825 unidades de observação; o que foi subsequentemente complementado por uma análise semelhante baseada em 1 821 unidades. Apesar dos dados disponíveis para o segundo grupo não serem tão completos como no primeiro, as principais variáveis que afetam a produção são conhecidas em ambos os casos.

A análise estatística teve por objetivo determinar até que ponto os fatores, apontados nas várias pesquisas, eram responsáveis, tanto individualmente

1) Veja Coffee in Latin America: II. State of São Paulo (The State and prospects of production) (E/CN. 12/545/Vol. 1) e The Coffee industry in São Paulo", Economic Bulletin for Latin America, Vol. V, N.º 2. (Este último foi publicado em "Agricultura em São Paulo, março de 1961.). Veja também Apresentação (Agricultura em São Paulo, março, 1961, páginas 1 e 2).

2) Veja secção II, 1, para uma explicação do critério adotado para determinar as unidades de observação.

como em grupo, pelo nível da produção de café existente e pela variação dos rendimentos agrícolas observados. Essa análise foi feita isolando a influência de cada um desses fatores, o que envolveu o uso de estratificações e regressões múltiplas.

Foi decidido calcular funções de produção para um número de grupos relativamente homogêneos de observações individuais, usando-se as seguintes variáveis independentes: fertilização química, adubação orgânica, densidade de árvores, valor do cafézal, trabalho e idade da cultura. Foram também feitas estimativas dos efeitos líquidos das variedades dos cafeeiros e dos principais tipos de solos sobre os rendimentos. Foram computadas, ao todo, 22 funções de produção para vários grupos das 825 observações e 10 outras relativas às 1 821 observações. Estas últimas não incluíam o trabalho e valor dos cafeeiros. Todas as funções foram do tipo chamado "Cobb-Douglas".

O incentivo para fazer a análise das funções de produção derivou da excepcional oportunidade oferecida pela existência de um grande volume de dados originais de qualidade relativamente alta. Os dados para esta pesquisa foram coletados sob a supervisão da FAO/CEPAL e com a assis-

tência financeira e técnica do Instituto Brasileiro do Café e da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Como é provável que muito poucos estudos semelhantes, relativos a uma principal atividade agrícola de uma economia em desenvolvimento, igualemente em amplitude e exatidão aos dados da "pesquisa de café", pareceu oportuno fazer uma análise detalhada com a ajuda dos modernos métodos estatísticos.

Os dados originais foram levados de São Paulo para a sede da FAO em Roma na forma de listagens de IBM. Aí foram trabalhados em expansões uniformes na linha dos planos analíticos apresentados na Seção II deste relatório. As funções de produção foram calculadas com computadores eletrônicos Gamma Bull no "Centro Internacional de Computação" da UNESCO em Paris. A computação e as análises foram em grande parte procedidas no segundo semestre de 1959. Os dados foram coletados no 2.º semestre de 1958 e cobrem as safras agrícolas de 1956/57 e 1957/58 (outubro/setembro).

A seção II contém uma descrição técnica completa dos métodos utilizados. No anexo do estudo principal sobre a "Situação e Perspectiva da Produção de Café no Estado de São

Paulo"* (E/CN. 12/545/Vol. 1) é dada uma explicação dos métodos de amostragem usados no inquérito, bem como da

execução da citada "pesquisa". O presente trabalho é também baseado nos dados dessa pesquisa.

I — INTERPRETAÇÃO ECONÔMICA DA ANÁLISE

1 — Considerações gerais

A interpretação econômica dos resultados estatísticos do presente projeto foi bastante prejudicada pelo fato de que apenas pequena parte da variação total dos rendimentos do café ser explicada pela análise das funções de produção.

Ainda que, em quase todos os casos, as funções de produção apresentem coeficientes de correlação múltiplas significativos ao nível de 1% de probabilidade, elas foram incapazes de explicar mais de 20 a 60 por cento das variações sofridas pelos rendimentos agrícolas do café, dentro dos diferentes grupos de estrato, como é mencionado no capítulo II. Este fato deve ser constantemente lembrado, pois significa que qualquer mudança inesperada em uma das variáveis desconhecidas pode modificar substancialmente o efeito nos rendimentos, produzido pela mudança em uma variável conhecida, desde que as duas mudanças ocorram simultaneamente.

No entanto, as conclusões são de uma considerável importância prática para a produção de café em São Paulo. As variáveis consideradas na análise compreendem virtualmente toda a gama de fatores (inputs) controlados pelos produtores. Como estas, variáveis, consideradas em conjunto, cobrem apenas cerca da metade das variações registradas nos rendimentos, parece que os produtores só exercem uma limitada influência sobre o volume da produção. De fato, isto é o que acontece na produção de café, pelas razões aqui alinhadas. As medidas estatística já citadas, portanto, não somente avaliam os efeitos dos principais fatores (inputs) nos rendimentos, mas também fornecem uma estimativa quantitativa da elasticidade de oferta, em curto período, dentro das presentes condições gerais.

Os fatores não considerados no estudo que são conjuntamente responsáveis pela parte restante das variações nos rendimentos, podem, pelos da-

*) Esse relatório será publicado próximamente em "Agricultura em São Paulo".

dos disponíveis, ser agrupados como segue:

a) **Fatores originados em períodos anteriores aos cobertos pelos dados.**

A produção de qualquer cultura permanente depende não somente das características de um dado ano agrícola, mas também daquelas acumuladas desde o período de sua formação. A idade das árvores e o seu valor são apenas medidas parciais da influência desse grupo de fatores. Métodos alternativos de formação e de trato nos anos anteriores, são as principais variáveis a serem citadas. Elas não puderam ser medidas na pesquisa de 1958, nem, na realidade, em nenhuma pesquisa "horizontal", cobrindo um ou dois anos agrícolas.

b) **Variáveis originadas nos anos agrícolas cobertos, mas não medidas pela pesquisa.**

Os principais itens desse grupo são provavelmente a quantidade e distribuição de chuvas em cada propriedade durante os ciclos de frutificação e maturação, nos anos agrícolas de 1956/57 e 1957/58.

Como nos anos analisados não ocorreu oscilação de temperatura de maior importância em São Paulo, esse, fator pode ter sido de muito pouca importância, bem como o efeito

de outros fatores climáticos.

c) **Fatores qualitativos não considerados na pesquisa.**

Estes incluem a altitude acima do nível do mar (variável de menor importância em São Paulo), condições de solo específicas das propriedades individuais, o nível de administração rural e a qualidade dos dados fornecidos pelos lavradores.

Parece não haver modo possível de avaliar a importância de cada um desses grupos de fatores na explicação de parte das variações nos rendimentos de café.

Deve também ser salientado que o baixo nível médio de técnicas de cultivo no Estado é, por si só, um fator que aumenta a parte de variação que é deixada sem explicação nas análises do tipo aqui seguida. Em São Paulo os métodos de cultivo de café são extensivos, e quase todos os custos de operação são virtualmente ligados à colheita e a um mínimo de carpas; dentro dessas condições, os fatores alheios a um controle imediato dos lavradores, tais como condições locais de solo, são preponderantes em determinar o nível de rendimento. O papel do produtor como empresário é de muito maior importância nas plantações que são propriamente cultivadas, adubadas, formadas nos espaçamentos adequados e

bem cuidadas em todos os sentidos. E' possível que se obtenham funções de produção completamente diferentes se em vez da atual amostra, representativa de propriedades que são operadas dentro de condições comerciais normais, se estudasse um grupo de modernas propriedades cafeeiras.

Apesar da escolha de certas propriedades específicas que reunissem conjuntamente uma grande variação de fatores mensuráveis, poder fornecer uma idéia mais compreensiva das influências potenciais de certas categorias de fatores de produção (inputs), foi considerado mais útil, para os objetivos da atual investigação, avaliar a magnitude real da elasticidade de oferta. Isto poderia ser feito satisfatoriamente dentro das limitações da presente amostra de propriedades.

2 — Aplicação da mão de obra

O trabalho é o mais importante fator variável na produção de café e responde por 60 a 80% do custo total de produção. A produtividade do trabalho é, portanto, um fator principal na distribuição eficiente de recursos nas propriedades cafeeiras.

Não obstante, a análise das funções de produção mostra que a correlação simples entre o uso de mão de obra (excluindo colheita) e a produção

de café, é muito baixa ($r = 0,14$); que o trabalho é correlacionado com o espaçamento e adubação orgânica, e que nenhuma medida significativamente estatística pode ser obtida da influência líquida do trabalho sobre a produção. Portanto, a produtividade marginal do trabalho como fator de produção, no presente caso, é aparentemente perto de zero.

A situação real é bem diferente, e informações adicionais sobre o uso de trabalho explicam inteiramente o que à primeira vista é mesmo um resultado surpreendente.

Nas condições prevalecentes, disparidades na aplicação de trabalho, excluindo o aplicado na colheita, tem pequena relação com o nível e intensidade da tecnologia. Ao contrário, tendem a representar variações ao acaso, em vista das circunstâncias específicas nas quais cada propriedade é operada. Um sistema de cultivo uniforme é aplicado em tôdas as principais zonas de produção do Estado. Portanto, diferenças na aplicação de mão de obra não medem a provável produtividade marginal do trabalho e seria totalmente injustificado intensificar-se o cultivo do café, em termos de uso corrente de trabalho.

A produtividade marginal da mão de obra pode ser bem alta dentro de condições sele-

cionadas de produção. Foi demonstrado que a produtividade líquida do trabalho pode ser aumentada substancialmente quando a mão de obra é habilmente combinada com quantidades adicionais de adubos, menores espaçamentos, medidas de conservação do sólo e o uso de variedades altamente produtivas. Apesar das condições descritas existirem em um certo número de propriedades comerciais, elas diferem radicalmente das condições médias encontradas no Estado, sendo

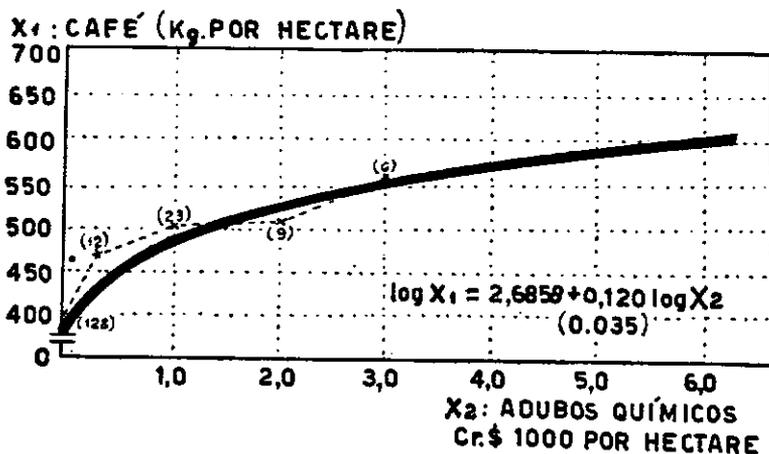
que outras funções de produção seriam necessárias para refleti-las adequadamente. Não há um método simples para avaliar o efeito do uso de mão de obra nos rendimentos, dentro do sistema moderno de produção, mas não há dúvidas que tal influência é positiva e seria provavelmente comparável em magnitude, aos efeitos dos outros principais fatores de produção.³

3 — Uso de Fertilizantes

As determinações referentes ao uso de fertilizantes fo-

GRÁFICO XIX

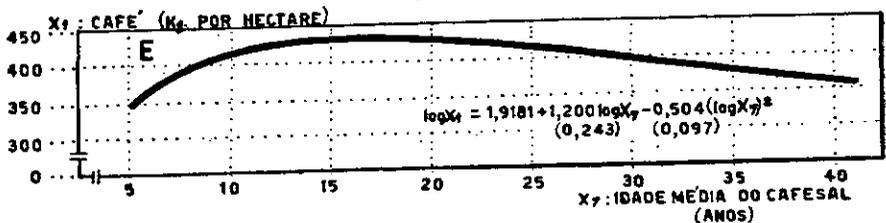
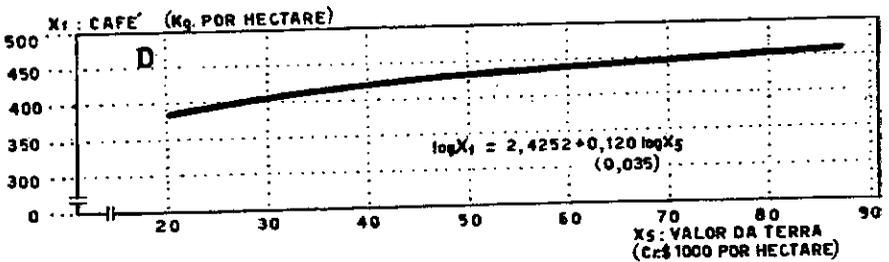
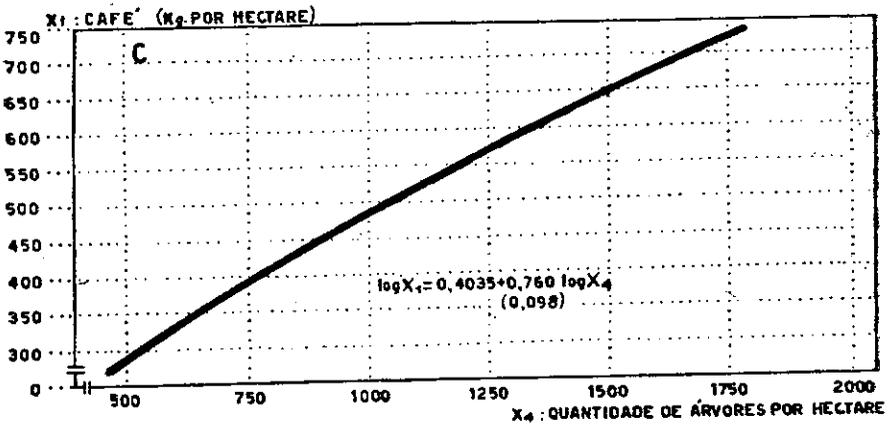
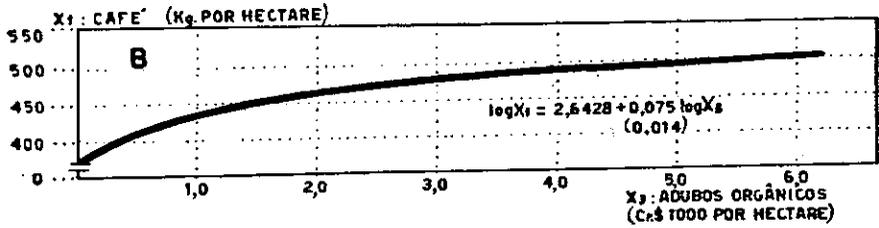
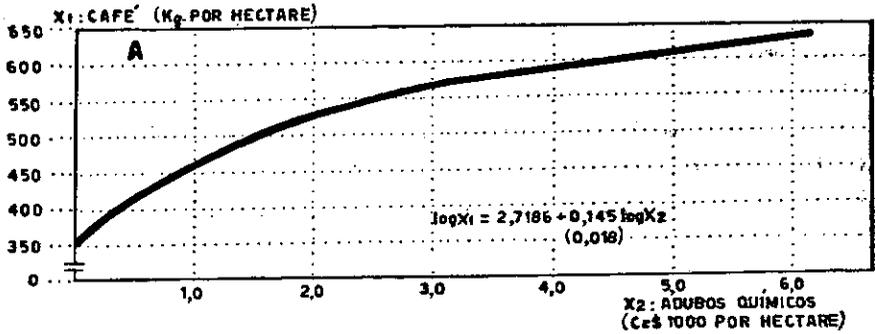
ANÁLISE DAS DIFERENÇAS RESIDUAIS $X_1 - X'_1$ REFERENTES A' APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS. (ESTRATOS L, B e C)



3) Para informações adicionais nestes pontos veja capítulo V e VIII do trabalho E/CN. 12/545/Vol. 1 Op. cit.

GRÁFICO XX

LINHA DE REGRESSÃO LÍQUIDA $X_1 - f(X_i)$ (CONJUNTO DE 21 ESTRATOS)



ram particularmente interessantes. Este fator vem rapidamente ganhando importância; todavia, as taxas médias de sua aplicação por 1 000 cafeeiros são ainda muito baixas, pois, apenas cerca de Cr\$ 520,00 foram aplicados por hectare de café (Cr\$ 130,00 com adubo químico e Cr\$ 390,00 de matéria orgânica) (veja gráficos XIX, XX-A e XX-B).

Uma estreita relação, estatisticamente bem significativa, foi encontrada entre o rendimento e o fator adubação, tanto química como orgânica. De acordo com a função de produção calculada, um aumento de 10% na adubação química resultaria, *ceteris paribus*, em 1,4% de elevação na produção de café. Um aumento proporcional na adubação orgânica incrementaria a produção em 0,8%.

Aos preços médios e níveis de rendimentos de 1958, isto significaria que a produtividade marginal da adubação química e orgânica excederia grandemente seu custo marginal, mesmo levando-se em conta os custos de trabalho, na aplicação e na colheita adicional da produção como consequência desse maior uso de adubos. Se forem utilizados adubos químicos no valor adicional de 100 cruzeiros por hectare, seriam produzidos 25 kg a mais de café, num valor de Cr\$ 875,00. Se o custo adicional

de aplicação for levado em conta, a margem de renda líquida por Cr\$ 100,00 de uso de fertilizantes seria cerca de... Cr\$ 650,00. No caso de adubos orgânicos, a renda líquida seria de Cr\$ 200,00 por Cr\$ 100,00 de matéria orgânica utilizada adicionalmente.

Apesar do nível ótimo de aplicação de fertilizantes depender diretamente dos preços dos adubos e do café, nas condições prevalecentes em 1958 os preços de adubos químicos e orgânicos seriam, respectivamente, mais de 13 vezes maior e mais do dobro em relação aos preços correntes no ano da pesquisa.

Sob qualquer hipótese razoável das presentes e futuras relações de preços continuará provavelmente existindo uma grande margem a favor do aumento da adubação.

A maior aproximação do ponto ótimo de aplicação, no caso da adubação orgânica deriva da aplicação bastante comum do estêrco e da palha de café, nos cafêzais. Até recentemente, muitos lavradores preferiam a adubação orgânica por ser esta disponível na própria unidade produtora. As tendências do uso atual, no entanto, apontam um aumento no uso de fertilizantes químicos. De acordo com as presentes determinações, as quais confirmam um ponto de vista

geralmente aceito, essas tendências são inteiramente justificadas pela realidade econômica.

4 — Densidade do cafezal

Nos círculos técnicos paulista considera-se que a densidade média de árvores nos cafézais de São Paulo é muito pequena para um uso eficiente tanto da terra como dos outros fatores (inputs) (veja gráfico XX-C). Experimentações recentes mostram que o espaçamento ótimo pode ser praticamente duas vezes mais apertado do que o atual, se suficientes quantidades de fertilizantes forem aplicados. Entretanto, para mudar o espaçamento das plantações de café são necessários investimentos consideráveis com o custo de formação e custeio das novas lavouras até sua maturidade. Além disso, não é usualmente recomendado plantar novas árvores em um cafézal insatisfatório com o fim de reduzir o espaçamento, uma vez que a menor densidade é somente um dentre os inúmeros fatores que requerem correção simultânea numa lavoura velha. Por esta razão uma mudança no número de pés por hectare envolve usualmente a substituição de toda a plantação, se desejarmos reorganizar a mesma de modo racional.

Foi demonstrado que existe uma estreita relação entre

o rendimento agrícola do café e a densidade de plantio. Este fator tem também a mais marcada influência no rendimento pois, dentro do intervalo de variação dos dados disponíveis, um aumento de 10% na densidade resulta geralmente em um aumento de 8,5% no rendimento.

E' claro que por causa da pequena densidade, existe atualmente uma grande reserva produtiva. De outro lado, as recomendações oficiais aconselhando espaçamentos menores vêm de encontro ao interesse econômico dos lavradores, uma vez que os mesmos implicam em sensíveis economias de trabalho por unidade de produto. Mas os lavradores sentem dificuldades para aplicar essas recomendações, devido à exigências de novos investimentos. Isto explica porque grande lapso de tempo se verifica para substituir os velhos cafézais por novas plantações mais eficientes. Acresce notar que qualquer intensificação, em maior escala, na densidade de plantio acarretará um apreciável aumento no volume total da produção de café. Por esta razão, a tendência no sentido de menores espaçamentos deve ser observada conjuntamente com a tendência geral da produção de café em São Paulo.

5 — Idade dos cafesais

Este fator, que é uma das

características mais facilmente determináveis de um cafezal, realmente reflete uma situação complexa das relações existentes com o rendimento e com outros fatores de produção (veja gráfico XX-E).

Durante a fase de rendimentos crescentes, que ocorre até a idade aproximada de 10 anos, o cafeeiro se desenvolve biologicamente sendo a idade um fator autônomo que afeta os rendimentos.

Nas etapas posteriores entretanto, a situação se torna mais complicada. O próprio desenvolvimento da árvore continua a atuar como um fator sobre o rendimento, mas os métodos de cultivo e a fertilidade do solo também começam a atuar mais claramente sobre o mesmo. Assim, enquanto as condições correntes na América Latina mostram invariavelmente que ao período de rendimentos máximos sucede outro período de declínios graduais, os técnicos argumentam que isto não é inevitável desde que no solo existam quantidades suficientes de nutrientes, seja pela riqueza do solo, como pela aplicação de fertilizantes. Devido a esse fator é praticamente impossível determinar a duração econômica de um cafezal, como poderia ser feito se a função de produção calculada representasse um ciclo biológico. A interpretação das re-

lações rendimento-idade deve portanto ficar limitada a duas observações reais: **a)** a relação entre rendimento e idade é muito pronunciada, compondo-se de uma fase de rendimentos crescentes seguidos de outra de declínios; **b)** a distribuição de idade dos cafêzais é de maior importância para se estimar as futuras tendências de produção.

6 — Valor do cafêzal

Este fator foi incluído visando medir **(a)** fertilidade do solo, e **(b)** a intensidade de investimento na cafeicultura. Foi considerado que o valor declarado não atingiu de perto qualquer desses objetivos. A principal razão para isso parece ser que, após um prolongado período de inflação, os valores da terra não mais refletem a produtividade agrícola. Eles, primariamente, agem como uma barreira contra a descapitalização inflacionária, e frequentemente como um instrumento de especulação com a terra para fins urbanísticos ou outros melhoramentos (veja gráfico XX-D).

Pelas razões apontadas, nenhuma significância especial é adicionada às determinações da análise de correlação, com referência aos valores dos cafêzais. O valor ótimo do investimento em terras para café depende da taxa de juros desejada para o capital então inves-

tido. Para o valor médio obtido na pesquisa, uma taxa de juros de 4% corresponderia ao ótimo. Como o nível real de taxa de juros prevalecente em São Paulo é consideravelmente maior, esta determinação confirma a existência de uma superavaliação da propriedade agrícola, por razões não agrícolas, como foi explicado acima.

7 — Variedades do café

O fato notório de que as variedades recentemente introduzidas produzem mais que as antigas, foi confirmada pela análise das funções de produção. Apesar dos dados disponíveis da variedade **Mundo Novo** na primeira amostra serem insuficientes para uma análise acurada a êsse respeito, a segunda amostra, maior, aponta que, *ceteris paribus*, esta variedade produz 12% a mais que a **Comum**. A variedade **Borbon** produziu, em média, 5% mais que a **Comum**.

Êstes resultados estatísticos devem ser interpretados com cuidado. Com base em outras informações, parece que a margem de vantagem das novas variedades deve ser consideravelmente maior que os números acima citados. Além disso, os dados para a mais popular das novas variedades, a **Mundo Novo**, referem-se somente à fase de produções crescentes, desde que ela só foi introduzida a

partir de 1950. Dados adicionais para períodos posteriores podem, portanto, modificar os resultados e devem ser levados em conta para uma avaliação completa. Resultados experimentais naturalmente apresentam a mesma dificuldade.

Apesar da proporção exata em que a **Mundo Novo** produz mais que as outras variedades ser ainda questão aberta, não há dúvida de que, se todos os outros fatores (inputs) fôrem utilizados em igual quantidade, esta variedade produz mais café e portanto oferece maiores possibilidades de renda. O uso generalizado do **Mundo Novo** nas novas plantações prova que os produtores estão bem conscientes deste fato. De outro lado, o incentivo econômico para plantar **Mundo Novo** no Estado de São Paulo ainda não é tão intenso que induza a substituição de grande proporção de cafêzais de baixo rendimento. Um fator restritivo é o investimento que seria necessário para tal procedimento, incluindo a restauração da fertilidade do solo.

8 — Tipos de solo

Com referência aos tipos de solo, a análise das funções de produção salienta que, os outros fatores permanecendo constantes, a **Terra Roxa** produz rendimentos maiores que o **Arenito** e que os solos Massa-

pé rendem menos que os outros dois. Algumas considerações devem ser adicionadas a essas determinações, desde que êles mostram que os solos **Arenito**, os quais só recentemente foram abertos (nos últimos 25 anos), já estão seriamente esgotadas neste curto período. Os solos **Terra Roxa** parecem ser os mais capazes de resistir aos inadequados métodos de cultivo de café.

A predominância de plantações precárias nos solos **Massapé** é responsável pelos baixos rendimentos calculados para êste tipo de solo. Deve ser mencionado, entretanto, que o **Massapé** tem demonstrado que possui uma capacidade excelente para recuperação, desde que sejam utilizadas técnicas agrícolas satisfatórias. Uma grande proporção da moderna cafeicultura do Estado é encontrada nas regiões do nordeste de São Paulo, em que predomina o solo **Massapé**.

As determinações das funções de produção, no que diz respeito aos tipos de solos, referem-se, portanto, a uma situação temporária e não indicaram quais os tipos de solos mais apropriados, em longo período, para a cultura de café.

9 — Sumário

As determinações mais conclusivas da análise das funções de produção são que os

rendimentos agrícolas do café podem ser consideravelmente melhorados **pela maior aplicação de fertilizantes**, principalmente químicos por um **espaçamento mais reduzido** e pelo uso da variedade **Mundo Novo**. A produtividade do **trabalho** depende grandemente de aumento na adubação e na densidade das árvores e até é possível que uma intensificação no uso de mão de obra sem aplicação adicional de adubos nas outras duas variáveis, não resulte em um incremento nos rendimentos. A **terra** foi super-estimada em relação a sua relação contribuição para a produção de café. A avaliação dos diferentes **tipos de solos** é necessariamente restrita à presente situação e não permite quaisquer conclusões relativas aos tipos de solos mais apropriados à produção de café. A **idade dos cafêzais** afeta grandemente o rendimento agrícola do café, embora de modo inevitável somente em seus primeiros estágios. O declínio nos rendimentos, em idades mais avançadas, é principalmente atribuído a métodos inadequados de cultivo, do que ao ciclo biológico da planta. Adequados níveis de fertilidade de solo tenderiam a conservar os altos rendimentos por um período mais longo.

Apesar destas conclusões estarem, de modo geral, de acordo com as determinações experimentais, elas de modo algum as substituem. Pelo contrário, servem elas mais para complementar os resultados experimentais, mostrando em que forma e com que resultado o agricultor comercial corrente aplica os vários métodos experimentais para melhorar a produção de café. O valor das presentes funções de produção é grandemente fortalecido pela sua expressão em unidades físicas, desde que as relações de preços são sujeitas a flutuações drásticas em curto período.

Entre outros usos, elas poderão ser de valia no estabelecimentos de prioridades e para uma avaliação seletiva de diferentes medidas que poderão ser propostas, em variadas condições, nos próximos anos. Em cada caso, seria necessário aplicar series de preços correntes às funções físicas.

A interpretação das funções de produção, a luz dos níveis de preços de 1958-60 apresenta certa utilidade. Os preços de fertilizantes aumentaram seguindo o movimento do nível geral de preços (cerca de 40% de 1958 a 1959 e cerca de 20% entre 1959 e 1960). O custo do salário rural, que é representativo do custo de novos plantios, provavelmente aumentou ligeiramente menos

que os preços em geral. Os preços do café no interior flutuaram fortemente, tanto em termos reais como correntes, e tenderam a se distanciar do nível geral de preços. De um modo geral, no entanto, as relações reais de preços correntes dos principais fatores de produção e do café são ainda razoavelmente similares àquelas existentes em 1958. Dêsse modo, as perspectivas de aumentar os lucros agrícolas através de um uso mais efetivo e intensivo de adubos, novas variedades, densidade de plantio, etc. não mudaram muito nos recentes anos e permanecem favoráveis.

Enquanto a maior renda resultante do uso mais intenso de adubos, preferivelmente químicos, foi mais claramente demonstrado pelas análises de funções de produção, foi também notado que o espaçamento mais reduzido e o uso de novas variedades são altamente aconselháveis se os produtores estão dispostos a investir em um movimento mais fundamental tendente a modernizar os métodos de cultivo do café. O uso de novas variedades, por exemplo, não incorre em despesas adicionais além dos custos normais de substituição, tendo, no entanto, notável efeito sobre os rendimentos. Dentro de condições normais, as informações disponíveis mostram que o ca-

pital extra investido em uma plantação moderna (cêrca de 30 cruzeiros por pé, a preços de 1958⁴), podia ser recuperado, pelos rendimentos adicionais, durante as primeiras duas ou três colheitas. A menos que as possibilidades de rendas alternativas sejam excepcionalmente altas, o investimento no melhoramento de cafêzais parece, portanto, ser altamente recomendável.

Entretanto, do ponto de vista do Estado ou do Brasil como um todo, é necessário fazer certas reservas sôbre essa afirmação porque as presentes condições não justificam uma ulterior expansão geral da produção. Além disso, é particularmente indesejável que uma grande proporção das propriedades cafeeiras marginais continue a existir. De todos os pontos de vista, a melhor solução seria melhorar a eficiência do uso dos recursos dentro de um dado nível de pro-

dução total. Para fazer isso, a fórmula seria planejar a formação de novas plantações de variedades selecionadas, formadas com espaçamentos menores, adequadamente fertilizadas e com a eliminação das plantações de baixo rendimento, sendo que esta última prática deveria ser levada a cabo mais rapidamente de modo a não aumentar a produção total.

Em outras secções dos relatórios sôbre a pesquisa de café, diferentes aspectos de uma fórmula tríplice de modernização, erradicação e diversificação são tratados com consideráveis detalhes. A diversificação é necessária para o uso da terra liberada. Também se menciona em outra parte do trabalho o programa de renovação esquematizado pelo IBC, cujas características técnicas coincidem com as presentes determinações⁵.

II — DESCRIÇÃO TÉCNICA DA ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados básicos são originários do "survey" de 1991 propriedades cafeeiras realizado no Estado de São Paulo durante o ano de 1958. Nestas 1991 propriedades foram coletados dados sôbre a produção de café, aplicação de adubos

químicos e orgânicos, número de pés por hectare, idade média dos cafêzais, variedade dos cafeeiros e tipo de solo. Em uma sub-amostra de 486 propriedades foram investigados dados sôbre o valor da terra e dos cafêzais e sôbre o uso de

4) O custo de formação de um cafêzal moderno é cêrca de 60 cruzeiros por árvore (1958) e custo de plantio tradicional é de 30 cruzeiros por pé (1958), ambos até o 4.º ano.
5) Veja capítulos VIII e IX do E/CN. 12/545, op. cit.

mão de obra. As análises das funções de produção foram, portanto, feitas sucessivamente em duas amostras: a primeira de 486 propriedades, com dados sobre o trabalho e valor dos cafèzais e a segunda de (1 991-486) 1 505 propriedades, nas quais êsse tipo de dados não era disponvel. As características da segunda amostra são discutidas na secção 4 abaixo. As secções de 1 a 3 referem-se exclusivamente a análises da amostra de 486 propriedades.

Uma dada propriedade pode ter vários talhões de café. Os talhões foram classificados de acôrdo com três características relativas ao tipo de solo, (Massapê, Terra Roxa e Arenito) a variedade (Mundo Novo, Bourbon, Comum) e a idade média de plantação (7 grupos de idade). Os talhões em uma dada propriedade com as mesmas características relativas ao tipo de sólo, variedade e idade foram agrupados no que foi chamado um cafèzal. O cafèzal é, pois, a unidade básica na análise das funções de produção. Depois da eliminação dos cafèzais para os quais não se dispunham de informações completas, foi obtida da primeira amostra de 486 propriedades, um número de 825 cafèzais.

Estes 825 cafèzais foram

estratificados como apontado no quadro I do Anexo Estatístico. Para cada um dos 21 estratos resultantes, foi preparado um quadro mostrando para cada cafèzal os valores das seguintes variáveis⁶:

- X_1 : produção média de café em 1957 e 1958 (kg de café beneficiado por hectare)
- X_2 : valor médio do adubo químico usado em 1957 e 1958 (mil cruzeiros por hectare)
- X_3 : valor médio do adubo orgânico usado em 1957 e 1958 (mil cruzeiros por hectare)
- X_4 : número de pés por hectare
- X_5 : valor da terra, incluindo os cafèzais (mil cruzeiros por hectare)
- X_6 : trabalho (número de homem-horas por hectare)
- X_7 : idade média do cafèzal (número de anos)

As variedades de cafeeiros e o tipo de solo foram caracterizados por 4 variáveis arbitrárias:

Bourbon	$x_9 = 0$	$x_{10} = 0$
Mundo Novo	$x_9 = 0$	$x_{10} = 1$
Comum	$x_9 = 1$	$x_{10} = 0$
Arenito	$x_{11} = 0$	$x_{12} = 0$
Massapê	$x_{11} = 0$	$x_{12} = 1$
Terra Roxa	$x_{11} = 1$	$x_{12} = 0$

As seguintes observações podem ser feitas com relação

6) A área das plantações e o número de referência da propriedade e do cafèzal são também fornecidos nos quadros.

às estimativas das variáveis mencionadas acima.

Para vários cafezais a fim de se estimar a área quando o levantamento dava o número de pés, dividia-se este pelo número médio de pés por hectare. As áreas dos lotes foram arroladas em números inteiros, sendo desprezadas as frações decimais. A porcentagem de erro das estimativas pode, portanto, ser especialmente alta no caso dos lotes pequenos. Durante a pesquisa, verificou-se não valer a pena tentar obter estimativas mais acuradas da área, dividindo o número total de pés no lote pelo número de pés por hectare, porque, em muitos casos, o número de pés por lote que se obtinha, era aproximadamente (como se vê pela frequência de números redondos, tais como 5 000 ou 10 000). Foi feita uma tentativa para exprimir tôdas as variáveis em relação ao número de pés como alternativa da razão por área, mas os coeficientes de correlação múltipla das funções de produção assim obtidas, não se mostraram significativamente maiores do que os derivados das variáveis expressas em uma base por hectare, sobre os quais se calculou finalmente as funções de produção.

Com referência à produção de café, foi utilizada uma mé-

dia de dois anos (1957 e 1958), de modo a minimizar as variações anuais nos rendimentos.

Os dados sobre adubações foram também relativos a uma média de dois anos — 1957 e 1958. Uma distinção entre os principais tipos de fertilizantes, tais como nitrogenados, potássicos e fosfatados não se mostrou praticável. Portanto, um índice de valor geral foi calculado separadamente para os adubos químicos e orgânicos, na base das quantidades dos vários tipos de adubos aplicados e seus respectivos valores comerciais.

O valor da terra foi usado como base para uma primeira estimativa aproximada, da fertilidade do solo e qualidade das plantações. Entretanto, o valor da terra é um índice imperfeito da fertilidade do solo, desde que pode ser, por larga margem, dependente de fatores contingentes do mercado local, tais como a proximidade de cidades, de estradas, etc.

O fator trabalho, tanto para manutenção como para outras atividades, foi medido pelo número de homem-horas equivalentes por hectare; o trabalho na colheita foi excluído, desde que não afeta o rendimento por hectare, mas depende dele. Não foi feita nenhuma separação do uso de mão de obra nos diferentes lotes de uma mesma proprieda-

de; os dados de trabalho em um cafézal, corresponde portanto, à média para todos os lotes de uma mesma propriedade.

Na pesquisa, os lotes foram classificados em 7 grupos, de acordo com a média da idade dos cafézais (em anos): 4-6, 7-9, 10-12, 13-15, 16-30, 31-50 e mais de 50 anos.

Outros fatores que não os acima mencionados, também afetam o rendimento agrícola do café; em particular pode-se citar: quantidade e distribuição de chuvas, qualidade da administração e altitude acima do nível do mar. Entretanto, nenhum destes fatores puderam ser levados em conta nas funções de produção, devido à falta de dados.

1. Natureza da função de produção

Para maior simplicidade, os fatores de produção (inputs) serão considerados na seguinte ordem: primeiro, X_2 e X_3 , X_4 , X_5 , X_6 (adubações, densidade de plantio, valor da terra e trabalho); em segundo lugar, idade das plantações (X_7); em terceiro, a influência do tipo do solo e variedade dos cafeeiros (X_9 , X_{10} , X_{11} e X_{12}).

(a) Variáveis X_2 , X_3 , X_4 , X_5 ,

Três tipos simples de funções podem ser consideradas: aritméticas, logarítmicas e semi-logarítmicas. Estas três funções conjuntamente com suas derivadas, correspondentes à produtividade marginal, são apontadas abaixo:

Funções	$\frac{dX_1}{dX_1}$	
$X_1 = k + b_1 X_1$	b_1 (1)
$\log X_1 = k + b_1 \log X_1$	$b_1 \frac{X_1}{X_1}$ (2)
$X_1 = k + b_1 \log X_1$	$\frac{b_1}{X_1}$ (3)

A primeira função admite que o aumento de rendimento da produção é constante e independe do nível inicial da produção; em outras palavras, admite que, por exemplo se for aplicado um cruzeiro extra de adubo químico num lote de café, esta aplicação extra trará

um constante aumento no rendimento a despeito do nível inicial de aplicação de fertilizantes. Tal hipótese não parece ser realista. A função (3) admite rendimentos decrescentes à escala, tomando-se o mesmo exemplo, teríamos que, se o rendimento aumentasse de

4 kg quando o valor do fertilizante aplicado passasse de .. 1000 para 1001 cruzeiros, a produção do café, aumentaria somente de 2 kg, se a aplicação de adubo subisse de 2000 para 2001 cruzeiros. A função (2) admite rendimentos decrescentes à escala de produção, sempre que o coeficiente de elasticidade b_1 seja menor que a unidade, o que normalmente é o caso. O decréscimo em questão é menos pronunciado no caso da função (2), a qual foi selecionada para a análise, do que na função (3). Não há forte evidência de que acima de um dado nível de aplicação de fatores (inputs), dentro das variações das observações disponíveis, um aumento adicional no uso de fatores traga um declínio líquido na produção; portanto, uma fórmula parabólica não foi usada na análise da primeira amostra. Nem foi feita uma tentativa para medir as relações recíprocas entre fatores i e j , pela introdução na equação, do produto combinado $\log X_i \log X_j$.

Em vários casos, nenhuma aplicação de fertilizantes foi

$$\log X_1 = C + b_2 \log X_2 + b_3 \log X_3 + b_4 \log X_4 + b_5 \log X_5 + b_6 \log X_6 + b_7 \log X_7 + b_8 (\log X_7)^2 + b_9 X_9 + b_{10} X_{10} + b_{11} X_{11} + b_{12} X_{12} + u \quad (2')$$

Em uma base experimental, a função linear (1) ($X_1 = C + \sum b_i X_i$) foi também usada

relatada na pesquisa. A fim de evitar a introdução do logarítmo de zero, cujo valor é menos infinito, foi usado arbitrariamente nesses casos, um valor pequeno (100 cruzeiros por hectare).

(b) **Variável X_7**

O rendimento que a princípio cresce com o aumento da idade do cafeeiro, atinge um máximo e depois declina. Desde que a taxa anual de declínio para os cafeeiros velhos parece menor que a taxa anual de aumento das culturas novas, uma parábola assimétrica foi escolhida, correspondendo à seguinte equação:

$$\log X_1 = k + b_7 \log X_7 + b_8 (\log X_7)^2$$

(c) **Variáveis $X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}$.**

Estas quatro variáveis arbitrárias podem ter unicamente os valores 0 ou 1. Suas relações com os rendimentos agrícolas do café foram medidas como segue:

$$\log X_1 = k + b_9 X_9 + b_{10} X_{10} + b_{11} X_{11} + b_{12} X_{12}$$

A função de produção global selecionada para a primeira amostra foi:

para alguns estratos. Os valores encontrados para a correlação múltipla com a função do

tipo (2) não foram mais altos do que para a função aritmé-

tica (1), como é mostrado pelos dados abaixo:

Coefficientes de correlação múltipla para as funções logarítmicas e lineares de alguns estratos

	F	H	L	B	C
Função logarítmica (2)	0,781	0,808	0,538	0,553	0,567
Função linear (1)	0,803	0,689	0,563	0,581	0,478

Ainda em uma base experimental, foi feita uma computação para um estrato, de acordo com uma função semi-logarítmica (3); o coeficiente de correlação múltipla obtido, foi exatamente igual ao calculado pela função logarítmica (2).

2 — Utilização ótima dos fatores (inputs)

Se Q_i e Q_1 correspondem respectivamente às quantidades produzidas aos vários fatores i , as funções de produção logarítmicas (2) podem ser escritas assim:

$$\log Q_1 = C + \sum b_i \log Q_i \quad (4)$$

Se a quantidade Q_i do fator i utilizado, aumenta em dQ_i , *coeteris paribus*, o au-

mento resultante na produção de café é dado por:

$$dQ_1 = b_i \frac{Q_1}{Q_i} dQ_i \quad (5)$$

Se P_1 e P_i representam respectivamente os preços do produto e do fator, o custo marginal de utilização do fator é $P_i dQ_i$ e a renda marginal, em

termos do valor do café, é $P_1 dQ_1$. O nível ótimo de utilização do fator i é portanto obtido, quando o custo marginal igualar a renda marginal:

$$P_1 dQ_1 = P_i dQ_i \quad (6)$$

Levando em conta a equação (5), a equação (6) pode

então ser escrita:

$$b_i \frac{Q_1}{Q_i} = \frac{P_i}{P_1} \quad (7)$$

Se os níveis de aplicação dos demais fatores (que não i) permanecem constantes, a re-

lação líquida entre Q_i e Q_i pode ser escrita:

$$\log Q_i = a_i + b_i \log Q_i \quad (8)$$

donde:

$$a_i = \overline{\log Q_i} - b_i \overline{\log Q_i}$$

O nível ótimo Q_i de aplicação do fator i pode portanto ser computado através da e-

quação (9), obtida pela combinação das equações (7) e (8).

$$(1 - b_i) \log Q_i = \log b_i + \log \frac{P_i}{P_i} + a_i \quad (9)$$

O coeficiente de regressão b_i sendo menor que a unidade⁷, significa que há rendimentos decrescentes à escala. Abaixo do ponto ótimo Q_i dado pela equação (9), a renda marginal é maior que o custo marginal de utilização do fator i; acima do nível ótimo, a renda marginal é menor que o custo marginal. A equação (9) mostra que o valor ótimo Q_i depen-

de de quatro parâmetros: os dois parâmetros a_i e b_i caracterizando as relações tecnológicas entre o fator i e a produção, e os dois parâmetros P_i e P_i caracterizando a estrutura de preços. Na ausência de mudanças tecnológicas (a_i e b_i) constantes a distribuição ótima de fatores na produção depende das mudanças relativas dos preços:

$$d(\log Q_i) = \frac{1}{1 - b_i} d(\log \frac{P_i}{P_i}) \quad (10)$$

Exemplificando, se o preço do adubo químico permanece inalterado e o preço do café aumenta em 10%, o uso ótimo de fertilizantes deverá aumentar em 12%, na hipótese que b_i seja igual a 0,15. Do mesmo modo, se o preço do adubo químico declina de 10%, enquanto o preço do café per-

manece inalterado, a utilização ótima de adubos implicaria um aumento de 12%.

Melhoramentos tecnológicos podem afetar o valor dos parâmetros a_i e b_i . Um aumento no valor de qualquer deles elevaria o ponto ótimo de aplicação do fator i.

7) Se b_i for maior que a unidade, estaria havendo rendimentos crescentes à escala e o ponto ótimo consistiria em elevar a aplicação do fator i até o infinito, o que obviamente é irreal. Se b_i for igual à unidade, não haverá ponto ótimo de aplicação.

Simbolos usados

A correspondência entre os símbolos usados na equação (9) e aqueles da função de produção (2) são os seguintes:

i = 1 : Produção

$$Q_1 = X_1$$

$P_1 = 0,035$ (mil cruzeiros por quilo)

P_1 deve corresponder ao preço do café na árvore; exclui portanto os custos da colheita. Realmente, os preços médios recebidos pelos cafeicultores, nas fazendas, na safra de 1957/58, foram de 35 cruzeiros por quilo.

i = 2 e i = 3 : Adubações químicas e orgânicas

O preço médio por unidade de fertilizantes usados durante a safra em que se fez a pesquisa (1957/58) pode ser tomado, arbitrariamente, igual à unidade. Com esta definição:

$$Q_2 = X_2, Q_3 = X_3$$

$$P_2 = P_3 = 1 + c$$

onde c corresponde ao custo de aplicar uma unidade de adubo correspondente ao valor de 1 000 cruzeiros de adubos por hectare, sendo este custo também expresso em mil cruzeiros por hectare.

i = 4 : Número de pés por hectare

$$Q_4 = X_4$$

P_4 corresponderia teoricamente ao custeio anual de uma árvore adicional por hectare, expresso em mil cruzeiros. Este custeio consiste de duas componentes, ou seja o custo de manutenção de uma árvore adicional e os juros anuais do investimento empregado na formação deste pé adicional. Na prática, a densidade de pés não é uma variável que o produtor possa controlar em curto período.

i = 5 : Valor da terra

Foi admitido que o valor da terra é um índice da fertilidade do solo e da qualidade da plantação. Dentro dessa hipótese, o valor da

terra, ao tempo da pesquisa, pode ser estabelecido como igual à unidade, como no caso da adubação. Se a taxa porcentual de juros sobre a terra é chamada r , podem-se estabelecer as seguintes equações:

$$P_5 = 10^{-2r}$$

$$Q_5 = X_5$$

i = 6 : Homem-horas por hectare

$$Q_6 = X_6$$

P_6 = custo de um homem-hora, expresso em mil cruzeiros.

O nível ótimo calculado na base da equação (9) fornece apenas uma ordem de magnitude, sujeito às seguintes limitações:

a) Precisão dos parâmetros

O coeficiente de regressão b_i não é exatamente conhecido. Levando em conta as margens de variação da estimativa, o cálculo pode ser feito para os valores extremos $b_i - 2\sigma b_i$ e $b_i + 2\sigma b_i$ correspondente a um nível de probabilidade de 95%. Além disso, o parâmetro b_i pode representar a influência conjunta do fator i e de outros fatores correlacionados intimamente com i , mas não incorporados à função de produção. Por exemplo, o nível de aplicação de adubos químicos pode correlacionar-se com a qualidade da administração, o que não foi levado em conta na análise. Assim o coeficiente b_i estaria super-estimando a influência da adubação química no rendimento agrícola do café e a equação (9) forneceria uma estimativa muito alta para o

ponto ótimo de aplicação de fertilizantes químicos.

b) Natureza da função de produção

Mesmo nos casos em que determinada função de produção se ajusta satisfatoriamente aos dados dentro do intervalo de variação das observações, os valores fora daquele intervalo calculados com seu auxílio podem estar muito longe da realidade.

Particularmente, a utilização de diferentes tipos de funções de produção pode resultar em valores ótimos bastante diferentes, mormente se o ponto ótimo em questão estiver fora do intervalo de variação das observações.

Se a utilização de todos os fatores (inputs) por hectare fôr aumentada em 10%, a produção de café por hectare deverá aumentar em 10% multiplicado por b_1 . Na amostra como um todo, um aumento de 10% na aplicação de fertilizantes, tanto químicos como orgânicos, no número de pés e no trabalho, resulta em um incremento na produção total de 9,5%. Parece, portanto, que são quase constantes os rendimentos gerais à escala.

3. Programa das computações

A função logarítmica (2') foi ajustada a 22 estratos individuais ou grupos de estratos, cujas características são apre-

sentadas no quadro II do Anexo Estatístico. O objetivo era analisar se os parâmetros da função de produção foram afetados pela idade, tipo de solo e variedades. Para cada um desses 22 grupos, foram calculados os seguintes dados: (i) Média geométrica de cada uma das variáveis, conjuntamente com seus desvios padrões e coeficientes de variação; (ii) Coeficiente de regressão simples b_{1j} da variável dependente X_1 , em relação a cada variável X_j considerada como uma variável independente. Desvios padrões dos coeficientes b_{1j} ; (iii) Coeficiente de regressão múltipla b_j e constante C da equação (2'). Desvio padrão do coeficiente b_j ; (iv) Coeficiente de correlação múltipla da equação (2'); (v) Coeficiente de correlação simples R_{ij} entre os vários pares de variáveis X_i e X_j para i diferente de j ; (vi) somente para vários grupos de estratos, os resíduos $\log X_1 - \log X_1$, isto é, a diferença entre o logaritmo do rendimento efetivo do café X_1 e o logaritmo do valor X_1 computado de acordo com a equação (2').

Todas as computações descritas acima se efetuaram com auxílio de um computador eletrônico⁸.

Para alguns estratos, os valores dos resíduos $X_1 - X_1$

8) Foi utilizado um computador eletrônico Gamma Bull.

foram analisados gráficamente em relação ao valor esperado da variável explicativa. O método usado foi baseado no descrito por Ezekiel⁹ sobre ajustamentos gráficos de relações curvilíneas.

O gráfico XIX mostra a linha de regressão líquida que relaciona os rendimentos cafeeiros com a aplicação de fertilizantes químicos para o grupo de estrato LBC. Um valor médio dos desvios $X_1' - X_1$ foi calculado para 7 grupos de cafezais classificados de acordo com os valores de X_2 . Esses desvios foram colocados no gráfico, sendo tomada como origem, a linha de regressão líquida. Obteve-se, assim, uma indicação da forma da curva que representa a relação líquida $X_1 = f(X_2)$. Infelizmente não houve tempo de repetir este processo para todas as variáveis explicativas.

Os resultados principais são sumarizados nos quadros III, IV e V do Anexo Estatístico, cada um deles contendo uma linha para cada estrato ou grupo de estratos. O quadro III mostra as médias geométricas das variáveis X_1 a X_7 . O quadro IV apresenta as relações entre os desvios padrões do logaritmo b f das mesmas variáveis e sua média; esta relação mostra a variabilidade dos

rendimentos do café e o nível de utilização dos fatores (inputs), entre os diferentes cafezais incluídos em um estrato ou grupo de estratos. O quadro V dá os coeficientes de regressão líquida b_1 , seus desvios padrões, o coeficiente de correlação múltipla e o erro standard da estimativa.

Para a amostra inteira, composta de 21 estratos, o resultado da análise é também ilustrado no quadro VI do Anexo Estatístico e pelos gráficos XX-A a E. O quadro VI apresenta os coeficientes de correlação simples R_{ij} entre os diferentes pares de variáveis X_i e X_j . A relação líquida entre o rendimento do café X_1 e o uso dos vários fatores (inputs) X_i é representada no gráfico XX (escala aritmética). Por exemplo, a primeira curva mostra a reação do rendimento a vários níveis de aplicação de fertilizantes químicos, depois da eliminação da influência dos outros fatores. Nenhuma curva representa a mão de obra, (X_6) desde que seu efeito líquido no rendimento do café não parece ter significância estatística.

Antes de analisar a influência dos vários fatores (inputs), serão feitos comentários gerais com relação à variabilidade do nível dos fatores, a significância dos coeficientes de

9) M. Ezekiel e K.A. Fox, *Methods of Correlation and Regression Analysis Linear and Curvilinear*. John Wiley, New York, 3rd. edition 1959, pp. 204-279.

correlação e dos coeficientes de regressão e o efeitos da estratificação sobre a função de produção.

a) **Variabilidade na utilização de fatores (inputs).**

A variabilidade mais alta

corresponde ao uso de adubos a menor à densidade de pés por hectare, como é demonstrado pelos seguintes valores dos coeficientes de variações relativos aos 21 estratos em seu conjunto:

Coefficiente de variação

Variáveis	$\frac{S \log X_i}{\log X_i}$
X ₂ : Fertilizantes químicos	0,4
X ₃ : Adubos orgânicos	0,4
X ₁ : Produção de café	0,12
X ₆ : Trabalho	0,12
X ₅ : Valor da terra	0,1
X ₄ : Número de pés por hectare	0,04

b) **Correlação múltipla**

Todos os coeficientes de correlação múltipla, exceto dois, são significativos ao nível de 1%. Seus valores variam de 0,45 a 0,78; a proporção das flutuações nos rendimentos do café explicadas pela função de produção, varia, portanto entre 20 e 60%. O erro padrão da estimativa varia entre 0,20 e 0,35. Para toda a amostra, o erro padrão da estimativa é igual a 0,276, o que significa que em dois terços dos casos, o logaritmo do rendimento real difere do logaritmo do rendimento calculado em menos de $\pm 0,276$. Em outras palavras, se a estimativa do rendimento agrícola do café é 400 quilos por hectare, há duas chances em

três, que o rendimento real estaria entre 250 e 740 quilos. Tal margem é bastante ampla. Entretanto, deve ser lembrado que as computações foram feitas para **cafézais** individuais. Uma margem mais estreita de variações seria obtida se os cálculos tivessem sido feitos na base de médias de grupos.

c) **Coefficiente de regressão:**

O nível de significância dos vários coeficientes de regressão é mostrado no quadro V por meio de asteriscos. Três asteriscos indicam que existem 99 probabilidades em 100 de que o coeficiente de regressão seja bastante diferente de 0; dois asteriscos e um correspondem respectivamente aos níveis de probabilidade de 95 e 90 por

cento. Para toda a amostra, de 11 coeficientes de regressão, 9 são significativos ao nível de 1 por cento; o coeficiente relativo à diferença entre os solos **Terra Roxa** e **Arenito** é significativo somente ao nível de 5% e o correspondente à mão de obra não mostra uma dife-

rença significativa de 0, mesmo ao nível de probabilidade de 20 por cento. As variáveis explicativas podem classificarse de acordo com o grau de significância de suas influências líquidas sobre os rendimentos, como se indica a seguir:

Significância dos coeficientes de regressão

Variáveis	b_1 $^2/b_i$
X ₂ : Fertilizantes químicos	8,0
X ₄ : Número de árvores por hectare	7,7
X ₃ : Adubos orgânicos	5,2
X ₇ : Idade das plantações	5,0
X ₁₂ { Massapé	4,3
{ Arenito	
X ₁₀ { Bourbon	3,9
{ Mundo Novo	
X ₉ { Comum	3,4
{ Bourbon	
X ₅ Valor da terra	3,3
X ₁₁ { Arenito	2,0
{ Terra Roxa	
X ₆ Mão de obra	0,9

Esta classificação coincide com o tamanho relativo dos coeficientes de correlação simples entre o rendimento do café e os vários fatores (inputs). Estes coeficientes são iguais a 0,328 para os fertilizantes químicos, 0,261 para o número de árvores por hectare e 0,260 para os adubos orgânicos.

d) Efeito da estratificação

Pela estratificação da amostra é possível comparar as funções de produção ajustadas

para cada estrato individual e testar se os coeficientes de regressão de uma determinada variável difere de forma significativa de um estrato para outro. O perigo de uma estratificação muito fina, é que as equações de regressão podem ajustar-se a um número demasiado reduzido de observações e obter-se assim estimativas falhas dos parâmetros, devido ao pequeno número de graus de liberdade deixados. De fato, po-

de-se observar no quadro V que os coeficientes de regressão ajustados a uma amostra não estratificada (última linha do quadro) são muito mais significativos que os ajustados a estratos individuais. A análise da covariância pode dar uma solução satisfatória a este problema, por fornecer um modo de selecionar as mais eficientes estimativas dos coeficientes de regressão. No entanto, a solução seria muito complexa neste caso, desde que haveria uma estratificação em dois ou três sentidos com 11 variáveis independentes. Por isso não se tentará resolver este problema com inteira exatidão e só serão feitos alguns comentários simples a esse respeito.

A estratificação por variedades parece mais eficiente que a estratificação por tipos de solo. A variância entre as médias por variedades é mais elevada que a variância entre médias por tipos de solos; portanto, a variância dentro das variedades é menor que a variância dentro de solos. A primeira dessas estratificações isola a variedade **Mundo Novo**¹⁰, para a qual tanto a variância do rendimento como o erro padrão da estimativa do rendimento são muito altas, das variedades **Bourbon** e **Comum**, cujas vari-

âncias dos rendimentos e erros padrão das estimativas são menores que os obtidos na amostra não estratificada. Para calcular o rendimento de uma variedade determinada, deve-se utilizar a função de produção ajustada à variedade em questão. Como há algumas diferenças entre os coeficientes de regressão calculados para as diversas variedades, uma média ponderada destes poderia constituir a estimativa mais fidedigna do coeficiente de regressão de toda a amostra. O coeficiente de regressão b_{ij} relativo às variáveis i da variedade j deveria então ser ponderado pelo número de cafèzais multiplicado pela tamanho médio do cafèzal e pelo valor médio da variável i da variedade j . Entretanto, no caso presente, tal estimativa difere apenas ligeiramente da estimativa dos parâmetros derivados da amostra não-estratificada, que aparece na última linha do quadro V. Para o estrato G, tanto a variância de rendimento, como o erro padrão das estimativas são baixos (0,069 e 0,158). Portanto, para calcular o rendimento do café da variedade **Bourbon** em plantações de 10 a 30 anos em solos **Arenitos** dever-se-á usar a função de produção calculada com os dados dos 103

10) A variedade **Mundo Novo** é encontrada somente em plantações com menos de 10 anos. Neste grupo de idade, a proporção de plantações com rendimento inferior a 100 kg por hectare é especialmente alta para a variedade **Mundo Novo**: 12% contra 6 e 4% respectivamente para as variedades **Bourbon** e **Comum**. Estas plantações com rendimentos bem baixos influem muito na variância quando as variáveis são expressas em logarítmos. Parece que as plantações de **Mundo Novo** selecionadas para a amostra

cafézais incluídos no estrato G, em vez das funções de produção ajustadas a um grupo mais amplo de cafézais e com um erro padrão da estimativa mais alto.

Frequentemente os valores dos coeficientes de regressão diferem de um a outro estrato ou entre grupos de estrato (veja quadro V). Entretanto, a maior parte dessas diferenças não são estatisticamente significativas. Um teste de significância pode ser obtido pela comparação das diferenças nos coeficientes de regressão com as médias geométricas dos desvios padrão dos respectivos coeficientes. Por exemplo, a resposta a aplicações de adubos químicos parece mais intensa em solos **Massapé** que em **Terra Roxa** ou **Arenito**, sendo a diferença do coeficiente de regressão mais do dobro da média geométrica dos desvios padrão.

X₂ — Fertilizantes químicos

O adubo químico é o fator (input) que se relaciona mais de perto com o rendimento do café. Em toda a amostra, a correlação simples entre adubo químico e o rendimento do café (0,33) é mais alta que a correlação entre fertilizante químico e qualquer outra variável explicativa; as intercorrelações

mais elevadas existem entre a adubação química e a orgânica (0,27) e entre a adubação química e a mão de obra (0,15). O coeficiente líquido de regressão é igual a 0,146, o que significa que a um aumento de 10% no uso de fertilizantes químicos corresponde, em média, um aumento de 1,5 por cento na produção cafeeira. (veja gráfico XX-A). o valor deste coeficiente de regressão varia ligeiramente de um estrato para outro. Em especial, a aplicação de adubos químicos tem maior eficácia nos solos **massapé** que no **arenito** ou na **terra roxa** e parece que dá melhores resultados com a variedade **Bourbon** que com a **Comum**. No primeiro caso, a diferença é significativa a um nível de 5% enquanto no segundo não o é.

O nível ótimo de aplicação de fertilizantes químicos foi calculado de acordo com a equação (9)¹¹ na base de várias hipóteses relativas ao preço do café e ao valor do coeficiente de regressão b_2 . Se o preço do café for de 35 cruzeiros por quilo, a utilização ótima de fertilizante químico seria aproximadamente de 3 100 cruzeiros por hectare para $b_2 = 0,145$, que corresponde ao valor estimado para toda a amostra. A

apresentam características pouco comuns, o que não permite tirar conclusões válidas sobre o comportamento desta variedade. Compare-se com a análise da segunda amostra (veja seção 4, a seguir), em que há maior número de observações relativas à variedade **Mundo Novo**.

11) veja sub-seção 2 desta mesma seção.

utilização ótima foi também computada para os valores $b_2 \pm 2\sigma b_2$ a fim de dar uma idéia da precisão da estimativa. Os dados seguintes mostram que para um preço determinado, a utilização ótima de ferti-

lizantes varia aproximadamente na proporção de 1 para 2, segundo se considere o limite inferior ($b_2 - 2\sigma b_2$) ou o limite superior ($b_2 + 2\sigma b_2$) do coeficiente de regressão:

**Gasto ótimo de fertilizantes químicos
segundo diversas hipóteses
cruzeiros por hectare**

Regressão líquida entre o rendimento do café e a aplicação de fertilizantes químicos	Preço do café na árvore — cruzeiro por quilo —		
	25	35	45
$b_2 - 2\sigma b_2 = 0,109$	1 406	2 051	2 718
$b_2 = 0,145$	2 114	3 133	4 204
$b_2 + 2\sigma b_2 = 0,181$	3 047	4 596	6 246

Do mesmo modo, para um coeficiente de regressão de dado valor, a utilização ótima de adubo varia aproximadamente na proporção de 1 para 2 quando o preço do café na árvore flutua de 25 a 45 cruzeiros por quilo. Na tabulação acima manteve-se constante o preço do adubo, enquanto se fez variar o preço do café. Segundo a equação (9), o gasto ótimo de fertilizantes depende somente da relação existente entre os preços do café e do adubo químico. Portanto, um incremento de 10% no preço dos fertilizantes terá o mesmo efeito que uma diminuição de 10% nos preços do café. Os níveis ótimos calculados acima mostram o gasto total em adubos, que corresponde à soma do valor

do fertilizante mais o custo de sua aplicação. Segundo os dados do estudo, o custo de aplicação representa apenas uma pequena fração do valor total da adubação, de modo que se pode prescindir desta fração para um cálculo menos rigoroso.

A média do valor de fertilizantes químicos aplicados em toda a amostra equivalia a aproximadamente Cr\$ 244,00 por hectare, valor muito inferior ao mais baixo nível ótimo calculado acima. Dentro da estrutura de preços que prevaleciam em 1957/58, a grande maioria dos cafeicultores poderiam ter aumentado seus lucros aplicando maior quantidade de fertilizantes químicos.

Uma variação no nível de

aplicação de adubos químicos também resulta em alguma elasticidade a curto prazo da produção cafeeira. Entretanto, tal elasticidade é limitada, desde que ao aumentar em 10% a aplicação de fertilizantes químicos, só se obtém um aumento de 1,5% na produção cafeeira.

X, — Adubos orgânicos

Em toda a amostra, a correlação simples com o rendimento do café é menor no caso dos adubos orgânicos que no dos químicos (0,26 em comparação com 0,33). Existe uma intercorrelação significativa entre o emprêgo de adubos orgânicos de um lado e a aplicação de mão de obra (0,32) e de fertilizantes químicos (0,27) de outro lado. O coeficiente

de regressão líquida é igual a 0,075, o que significa que um incremento de 10% no uso de adubos orgânicos corresponde a um aumento de 0,7% no rendimento agrícola do café (veja gráfico XX-B). Parece que o adubo orgânico dá melhores resultados nos solos massapé que no arenito e na variedade **Common** que na **Bourbon**, mas a diferença não é significativa ao nível de probabilidade de 5%. O efeito do adubo orgânico também parece ser de grande importância nos cafeeiros mais velhos, como mostra o valor dos coeficientes de regressão b_3 dos estratos H, C e P.

O gasto ótimo de adubos orgânicos é mostrado abaixo, baseando-se em hipótese análogas às postuladas para os fertilizantes químicos:

Gasto Ótimo de Adubos Orgânicos segundo diversas hipóteses cruzeiro por hectare

Regressão líquida entre o rendimento do café e adubos orgânicos	Preço do café na árvore — cruzeiro por quilo —		
	25	35	45
$b_3 - 2\sigma b_3 = 0,047$	494	703	915
$b_3 = 0,075$	811	1 167	1 531
$b_3 + 2\sigma b_3 = 0,103$	1 162	1 691	2 237

O custo de aplicação é mais alto para os adubos orgânicos que para os químicos, devido aos maiores custos de preparo e transporte dos mais

volúmosos materiais orgânicos. Este fator deve, pois, ser levado em conta na interpretação desses dados. O valor médio do uso de adubos orgânicos foi de

aproximadamente 670 cruzeiros por hectare, o que está abaixo do nível ótimo de aplicação de 1 170 cruzeiros que corresponde ao valor estimado de b_3 e ao preço de café de 35 cruzeiros. Entretanto este nível de aplicação efetiva está muito mais perto do nível ótimo, que no caso dos fertilizantes químicos.

X_4 — Número de árvores

Em toda a amostra, a correlação simples entre o rendimento do café e a densidade de árvores é 0,26. Esta cifra é algo menor que a correlação entre

a densidade de pés de um lado, e a idade dos cafeeiros ($-0,42$) e a uso da mão de obra (0,30), de outro. Não é de estranhar a correlação positiva entre a densidade de árvores por hectares e o uso da mão de obra também por hectare, nem a correlação negativa entre a densidade de árvores e a idade dos cafeais. A diminuição da quantidade de árvores por hectare à medida que a idade dos cafeeiros cresce, é apontada no quadro abaixo, cujos dados são baseados nas densidades médias por estrato.

Número médio de árvores por hectare em 7 estratos de solo arenito

Variedade	Idade em anos			Tôdas as idades
	4—9	10—30	mais de 30	
Bourbon	920	823	794	838
Comum	951	864	777	840
Mundo Novo	981	—	—	—

Para toda a amostra, o coeficiente de regressão líquida b_4 é igual 0,76, o que significa que em geral o incremento na produção de café por hectare que corresponde a um aumento de 10% no número de árvores por hectare é de 7,6 por cento. Vê-se, portanto, que o efeito da densidade de árvores por hectare é muito pronunciado, apesar de menos que proporcional, o que significa que estão

diminuído os rendimentos à escala. O coeficiente de regressão é mais elevado para a variedade **Bourbon** que para a **Comum** e a diferença é significativa, ao nível de 1 por cento.

A linha de regressão líquida representada no gráfico XX-C não mostra uma concavidade muito significativa, quando aumenta a quantidade de árvores por hectare. Con-

siderações de carácter técnico sugeririam a existência teórica de uma concavidade, seguida de um máximo correspondente a uma densidade muito elevada de árvores. Para provar a validade desta hipótese, introduziu-se uma nova expressão $(\log X_4)^2$ na função de produção de um estrato. O coeficiente de regressão de... $(\log X_4)^2$ foi totalmente insignificante¹² e apareceu com sinal trocado, o que levou a supressão dessa expressão. Este resultado se explica pelo fato de que entre os dados disponíveis não se incluíam densidades extremamente elevadas que corresponderiam a rendimentos máximos.

Não se calculou a densidade ótima dos cafézais, devido à complexidade deste conceito. Ainda que a determinação de tal ponto ótimo fôsse importante para cada cafeicultor, seriam necessários dados completos sobre os custos de substituição necessários para alteração da densidade de pés e também sobre as características especiais de cada tipo de solo. Entretanto, tudo parece indicar que a maioria das propriedades tem uma densidade muito inferior à ótima.

X₅ — Valor da terra

Para toda a amostra, a correlação simples entre o rendimento do café e o valor da

terra é relativamente baixa (0,17), mas em todo o caso mais elevada que a intercorrelação entre o valor da terra e as demais variáveis. A aplicação de adubo químico é o fator (input) que guarda relação mais estreita com o valor da terra, mas o coeficiente de correlação é apenas igual a 0,13. O coeficiente de regressão líquida b_5 é igual a 0,12, o que significa que o aumento da produção cafeeira correspondente a um incremento de 10% no valor da terra é de 1,2 por cento. (veja gráfico XX-D). Supondo-se que as diferenças no valor da terra sejam devidas exclusivamente a variações na fertilidade do solo, o nível ótimo do valor da terra pode ser calculado pela equação (9). No quadro seguinte são apresentados os valores ótimos da terra calculados conforme as três hipóteses relativas ao preço de café, ao valor do coeficiente de regressão b_5 e a duas taxas de juros. O valor médio da terra, registrado no estudo, de cerca de 50 000 cruzeiros por hectare, é ligeiramente superior ao valor ótimo de 44 000 cruzeiros, mostrado abaixo, para o coeficiente de regressão estimado $b_5 = 0,12$, um preço de 35 cruzeiros por quilo de café e uma taxa de juros de 4%. Uma parte substancial do valor da terra pode corresponder

12) Isto se deve à correlação bastante elevada que existe entre $\log X_4$ e $(\log X_4)^2$:
 $R = 0,999$.

a outros fatores, além da fertilidade do solo, como seu uso para fins especulativos, o que explicaria porque o valor da

terra aparecé pouco maior que o valor ótimo correspondente a uma taxa de juros de 4%.

**Investimento ótimo em relação com o valor da terra
segundo diversas hipóteses
(cruzeiros)**

Taxa de juros	Preço do café na árvore (Cr\$/kg)	Regressão líquida entre o rendimento do café e o valor da terra		
		$b_5 - 2\sigma b_5 = -0,050$	$b_5 = 0,120$	$b_5 + 2\sigma b_5 = 0,190$
4%	25	12 421	30 034	50 638
	35	17 700	44 019	76 702
	45	23 078	58 623	104 710
6%	25	8 113	18 960	30 719
	35	11 544	27 752	46 468
	45	15 050	36 950	63 426

X₆ — Mão de obra

Em tôda a amostra, a correlação simples entre a mão de obra e a produção cafeeira é baixa (0,14), ainda que a intercorrelação com a aplicação de adubo orgânico e a densidade de árvores seja relativamente elevada (0,30). Como êstes dois últimos fatores apresentam uma estreita correlação com a produção de café (0,26), não foi possível medir a influência do trabalho na produção de café. Em outras palavras, como a mão de obra, a aplicação de adubos orgânicos e a densidade do cafêzal

são fatores complementares, não é possível isolar a influência específica do trabalho sobre a produção, dêsses dois outros fatores. Entre as 22 estimativas do coeficiente de regressão b_6 que aparecem no quadro IV, nenhuma é significativa a um nível de probabilidade de 1%, sòmente quatro são significantes ao nível de 5% e estas aparecem com sinal negativo. Êstes resultados são interpretados na secção I do presente relatório.

X₇ — Idade dos cafêzais

Uma função de produção foi calculada para 9 estratos individuais. Em três dêstes

(I, F e L), compostos de árvores entre 4 e 9 anos de idade, o coeficiente de regressão líquido b_7 era positivo. Em outros seis (G,H,B,C,A, e P), compostos de árvores com mais de 10 anos, o coeficiente b_7 era

$$\log X_1 = k + b_7 \log X_7 + b_8 (\log X_7)^2$$

Como se deveria esperar, o coeficiente b_7 é positivo e o coeficiente b_8 negativo. O máximo da parábola corresponde a uma idade X_7 dada por:

$$\log X_7 = \frac{-b_7}{2b_8}$$

Em toda a amostra, este máximo corresponde a uma idade de cerca de 13 anos. Deve ser notado que além dessa idade de rendimento máximo a principal explicação da relação idade-rendimento deve ser atribuída ao esgotamento gradual do solo com o aumento da idade, devido a inadequados métodos de cultivo.

X_9 e X_{10} — variedade dos cafeeiros

Como indica o coeficiente de correlação simples dado no quadro V do anexo estatístico, a variedade **Comum** é a mais frequente de todas nas culturas velhas e nos solos **massapé**. A variedade **Mundo Novo** só se encontra em cafèzais de formação mais recente e é plantada com menor espaçamento que as demais variedades aqui

sempre negativo. Para os três grupos de idade combinados, a regressão líquida entre o rendimento do café e a idade foi adaptada a uma parábola assimétrica (gráfico XX-E) representada pela seguinte equação:

consideradas.

Em toda a amostra, os coeficientes de regressão líquida b_9 e b_{10} são negativos e significativamente diferentes de 0 ao nível de probabilidade de 1%. Assim, os outros fatores permanecendo iguais, os rendimentos do café da variedade **Bourbon** são maiores que os da variedade **Comum** e estes são maiores que os da variedade **Mundo Novo**; os rendimentos do **Bourbon** são aproximadamente 18% mais altos que as do **Comum**. Os valores absolutos dos coeficientes de regressão são mais elevados no solo **massapé** que no **arenito**, o que significa que a vantagem relativa da variedade **Bourbon** sobre a **Comum** é mais marcante nos solos **massapé** que no **arenito**. Os coeficientes b_9 e b_{10} não diferem muito de 0 no caso da **terra roxa**. Em outras palavras, a vantagem da variedade **Bourbon** sobre a **Comum** parece não ser de importância nesse tipo de solo. Como é ainda pequeno o número de cafèzais plantados com **Mundo Novo**, a comparação entre essa varie-

dade e as outras duas não é particularmente significativa. Principalmente o coeficiente b_{10} calculado para os cafêzais nos solos massapé têm pouco valor estatístico, porque a comparação se baseia em 120 cafêzais de **Comum**, 55 de **Bourbon** e somente 5 de **Mundo Novo**, dos quais 2 têm um rendimento muito baixo (menos de 100 kg por hectare).

Uma expansão da amostra de 1 991 propriedades permitiu comprovar que em geral a variedade **Mundo Novo** tem uma vantagem significativa sobre as outras duas variedades, no que diz respeito ao rendimento. O presente resultado relativo ao **Mundo Novo** pode, portanto, ser considerado não válido, tanto pelo número insuficiente de observações, como por alguns deles corresponderem a casos excepcionais.

X_{11} e X_{12} — tipo de solo

O coeficiente líquido de regressão b_{11} é sempre positivo e o b_{12} sempre negativo. Portanto, os outros fatores permanecendo constantes, o rendimento de café é maior nos solos de **terra roxa** que no **arenito** (+ 12%) e também maior no **arenito** que no **massapé** (+ 25%). Isto é confirmado pelo valor médio da terra, que é de 56 400 cruzeiros por hectare de **terra roxa**, 47 500 de **arenito** e 47 200 de **massapé**. Os

valores absolutos dos coeficientes b_{11} e b_{12} são mais elevados para a variedade **Comum** que com a **Bourbon**, o que significa que a vantagem relativa da **terra roxa** sobre o **arenito** e deste sobre a **massapé**, é mais marcante com a variedade **Comum** que com a **Bourbon**.

A propósito das variedades de cafeeiros e dos tipos de solos, devem ser considerados outros dois fatores. Em primeiro lugar, muitos cafeicultores não distinguem bem entre a variedade **Comum** e a **Bourbon**, sendo esta última considerada como "comum" em muitas regiões. Em segundo lugar, o cultivo do cafeeiro em terras **arenito** é de mais recente introdução, refletindo portanto, os rendimentos apresentados, muito da original fertilidade das terras virgens. Dêsse modo, ao se considerar as conclusões referentes às variedades, deve se levar em conta o primeiro fator, do mesmo modo que as concernentes aos tipos de solo não constituem mais que um reflexo da situação atual e não esclarecem, de um modo geral, a adequabilidade dêsses para a produção de café.

4 — RESULTADOS DA SEGUNDA AMOSTRA

A segunda amostra, composta de 1 505 propriedades,

compreende 1 821 cafêzais divididos em 14 estratos, como se mostra no quadro VII do anexo estatístico. A informação que se dispõe sôbre cada cafêzal abrange os mesmos aspectos da primeira amostra, com exceção de dois fatôres (inputs): valor da terra e mão de obra.

As variáveis explicativas são as seguintes:

X_1 : produção média de café em 1957 e 1958 (kg de café beneficiado por hectare);

X_2 : Valor médio do adubo químico aplicado em 1957 e 1958 (mil cruzeiros por hectare);

X_3 : valor médio do adubo orgânico usado em 1957 e 1958 (mil cruzeiros por hectare);

X_4 : número de pés por hectare;

X_5 : idade média do cafêzal (anos).

As variedades de cafeeiros e tipos de solos foram caracterizadas por três variáveis arbitrárias:

Bourbon	$X_7 = 0$	$X_8 = 0$
Comum	$X_7 = 1$	$X_8 = 0$
Mundo Novo	$X_7 = 0$	$X_8 = 1$
Arenito		$X_9 = 0$
Terra Roxa		$X_9 = 1$

A função de produção se lecionada foi a seguinte:

$$\log X_1 = K + b_2 \log X_2 + b_3 \log X_3 + b_4 \log X_4 + b_5 \log X_5 + b_6 (\log X_5)^2 + b_7 X_7 + b_8 X_8 + b_9 X_9$$

Esta função logaritmica se ajustou a 10 grupos de estratos, cujas características são apresentadas no quadro VIII do anexo estatístico.

As médias e os coeficientes de variação das variáveis são apontadas nos quadros IX e X. Os coeficientes de regressão constam do quadro XI, em cuja última linha são dadas as estimativas dos coeficientes b_2 , b_3 , b_4 e b_5 obtidos ponderando-se os coeficientes de regressão calculados para cada varieda-

de (**Mundo Novo, Bourbon**) Estas estimativas não diferem significativamente das calculadas para o conjunto dos 14 estratos. No quadro XII figura o coeficiente de correlação simples entre os diferentes pares de variáveis.

Não existe grande diferença entre os coeficientes de regressão b_2 , b_3 , b_4 e b_5 obtidas na primeira e na segunda amostra, o que pode ser devido a uma menor importância dos fatôres, valor da terra e mão de

obra, na análise feita na primeira amostra. Para maior precisão, os coeficientes b_3 e b_4 são um pouco maiores na segunda amostra que na primeira, provávelmente porque a mão de obra — que não se levou em conta na segunda amostra — apresentava na realidade uma correlação positiva com as variáveis X_3 e X_4 (aplicação de adubo orgânico e densidade do cafèzal). Aplicando-se os mesmos métodos desenvolvidos nas secções precedentes dêste relatório, calculou-se o gasto ótimo de adubos químicos e orgânicos em relação com o preço de café em 1958. Os resultados podem ser observados nos quadros XIII e XIV.

Os valores dos coeficientes b_7 e b_8 indicam que, permanecendo constantes os outros fatores, o rendimento por árvore é maior no caso da variedade **Mundo Novo** que no da **Bourbon** e nesta última maior que na **Comum**. Se o rendimento da variedade **Comum** se representa por 100, os da **Bourbon** e **Mundo Novo** correspondem respectivamente a 105 e 112; êstes resultados diferem dos obtidos na primeira amostra. Por sua vez, o valor do coe-

ficiente b_9 mostra que, sendo iguais os demais fatores, o rendimento do solo **terra roxa** é maior que do **arenito** sendo a diferença de aproximadamente 17%. Êste resultado coincide com o da primeira amostra.

Ainda que os coeficientes de correlação múltipla não tenham a mesma ordem de grandeza nas duas amostras, o desvio padrão dos coeficientes de regressão é menor na segunda amostra, o que pode se atribuir principalmente às menores correlações existentes entre as variáveis explicativas da segunda amostra.

As cifras precedentes relativas aos rendimentos, segundo as variedades de cafeeiros, coincidem com as obtidas nas estimativas expandidas, preparadas para o Estado como um todo e também são compatíveis com informações de outras fontes. Constituem, pois, uma correção dos resultados parciais obtidos com a amostra menor.

Nota sôbre o fator idade

A influência da idade (X_5) sôbre o rendimento (X_1) foi representada pela parábola:

$$\log X_1 = a + b_5 \log X_5 + b_{11} (\log X_5)^2 \quad (1)$$

Como era de esperar, os parâmetros b_5 foram sempre positivos e os parâmetros b_{11} sempre

negativos. Entretanto, o máximo da parábola corresponde a uma idade de aproximada-

mente 15 anos, o que coincide com os resultados obtidos na primeira amostra, mas não parece corresponder aos dados reais. Para sermos mais exatos, o rendimento máximo do número total de estratos é alcançado na idade de 16 anos, se a influência das outras variáveis fôr eliminada e aos 14 anos se não as eliminarmos. A

curva que representa a equação (1) é assimétrica, como se vê no gráfico XX-E. Entretanto, a curva real pode ser mais assimétrica, correspondendo o máximo ao grupo de idade de 7 a 9 anos (o segundo ponto). Poder-se-ia fazer uma análise mais profunda com os resíduos, como é mostrado no gráfico XIX.

Anexo Estatístico
QUADRO I
Composição da Primeira Amostra

Variedades	Tipos de solo			Todos os tipos de solo
	Massapé	Terra Roxa	Arenito	
Mundo Novo	5	12	55	72
4 — 9 anos	5(R)	12(S)	55(I)	
Bourbon	55	115	202	372
4 — 9 anos	25(J)	33(M)	45(F)	
10 — 30 anos	23(K)	38(D)	103(G)	
Mais de 30 anos	7(Q)	44(E)	54(H)	
Comum	120	79	182	381
4 — 9 anos	21(N)	8(T)	35(L)	
10 — 30 anos	38(O)	16(U)	66(B)	
Mais de 30 anos	61(P)	55(A)	81(C)	
Tôdas as variedades	180	206	439	825

QUADRO II
Primeira Amostra: Estratificação dos Cafeeiros

Estratos	Solos			Variedades			Grupos de Idade (anos)			Número de plan-tações	X ₁
	Massa-pé	Terra Roxa	Arenito	Mundo Novo	Bourbon	Comum	Menos de 10	10—20	Mais de 30		
I			x	x			x			55	343
F			x		x		x			45	568
G			x		x	x		x		103	546
H			x		x				x	54	399
FGH			x		x		x	x	x	202	500
L			x			x	x			35	433
B			x			x		x		66	455
C			x			x			x	81	347
LBC			x			x	x	x	x	182	400
MDE	x				x		x	x	x	115	501
A	x					x			x	55	437
TUA	x					x	x	x	x	79	447
JKQ	x				x		x	x	x	55	595
P	x					x			x	61	239
NOP	x					x	x	x	x	120	289
RJKQNOP	x			x	x	x	x	x	x	180	354
SMDTUA		x		x	x	x	x	x	x	206	483
IFGHLBC			x	x	x	x	x	x	x	438	417
RSI	x	x	x	x			x			72	353
JKQMDEFGH	x	x	x		x		x	x	x	371	513
NOPTUALBC	x	x	x			x	x	x	x	381	369
21 estratos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	824	426

QUADRO III

Primeira Amostra: Médias (Médias geométricas)

Estratos	X ₁ Produção de café (Kg/Ha)	X ₂ Adubos químicos*	X ₃ Adubos orgânicos*	X ₄ Número de árvores por Ha	X ₅ Valor da terra*	X ₆ Mão de obra (horas-ho- mem-por Ha)	X ₇ Idade (anos)
I	343,3	0,210	0,420	981	62,7	350,9	5,6
F	568,8	0,318	0,624	937	46,3	292,7	6,5
G	530,7	0,175	0,869	826	46,3	285,9	17,0
H	399,3	0,261	0,917	784	39,9	306,0	41,9
FGH	499,7	0,223	0,818	838	44,5	292,7	17,4
L	433,3	0,160	0,330	951	66,5	349,1	6,5
B	455,0	0,200	0,660	864	54,5	278,4	17,5
C	347,0	0,230	0,740	777	43,2	261,1	43,8
LBC	399,5	0,201	0,606	840	51,1	282,6	21,8
MDE	501,5	0,299	0,810	789	52,5	253,9	18,7
A	436,6	0,276	0,733	739	59,5	240,5	48,8
TUA	446,6	0,258	0,587	760	62,6	238,9	33,4
JKQ	594,8	0,428	0,682	1 020	51,8	278,4	11,6
P	239,1	0,228	0,554	762	42,8	213,8	49,2
NOP	388,9	0,228	0,620	856	45,2	264,8	25,1
RJKQNOP	354,4	0,277	0,633	911	47,2	274,6	19,0
SMDTUA	483,1	0,299	0,720	791	56,4	253,6	21,8
IFGHLBC	417,2	0,207	0,653	817	47,5	283,9	16,2
RSI	353,3	0,262	0,483	1 005	61,4	366,2	5,5
JKQMDEFGH	512,7	0,267	0,791	846	48,4	278,0	16,8
NOPTUALBC	369,2	0,220	0,606	872	51,1	267,5	24,9
21 estratos	426,4	0,244	0,670	850	50,7	279,7	18,3

* Mil cruzeiros por hectare.

QUADRO IV
Primeira Amostra: Coeficiente de Variação
 $\left(\frac{\text{slóg. X}}{\text{log. X}} \right)$

Estratos	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
	Produção Cafeeira	Aubos químicos	Aubos orgânicos	Número de árvores	Valor da terra	Mão de obra	Idade
I	0,193	0,440	0,463	0,026	0,088	0,112	0,117
F	0,105	0,439	0,485	0,043	0,161	0,116	0,138
G	0,069	0,369	0,349	0,026	0,119	0,084	0,114
H	0,124	0,411	0,327	0,050	0,145	0,080	0,035
FGH	0,096	0,409	0,375	0,039	0,136	0,091	0,248
L	0,141	0,414	0,445	0,053	0,082	0,169	0,126
B	0,095	0,378	0,390	0,027	0,080	0,111	0,121
C	0,095	0,396	0,337	0,031	0,109	0,101	0,045
LBC	0,107	0,394	0,380	0,037	0,097	0,122	0,247
MDE	0,129	0,395	0,409	0,037	0,089	0,126	0,295
A	0,089	0,415	0,384	0,032	0,065	0,110	0,053
TUA	0,103	0,418	0,410	0,036	0,066	0,099	0,194
JKQ	0,114	0,382	0,427	0,033	0,114	0,110	0,292
P	0,128	0,358	0,432	0,037	0,097	0,156	0,052
NOP	0,130	0,357	0,433	0,043	0,089	0,139	0,250
RJKQNOP	0,142	0,377	0,428	0,042	0,097	0,131	0,297
SMDETUA	0,120	0,409	0,411	0,038	0,081	0,115	0,289
IFGHLBC	0,144	0,415	0,400	0,091	0,141	0,137	0,302
RSI	0,191	0,451	0,453	0,029	0,084	0,109	0,113
JKQMDEFGH ..	0,110	0,405	0,393	0,039	0,117	0,106	0,275
NOPTUALEBC ..	0,117	0,388	0,402	0,039	0,090	0,124	0,241
21 estratos	0,125	0,403	0,404	0,039	0,103	0,116	0,293

Q U A D
Primeira Amostra: Coeficien

Estratos	C Constante	b ₂ Adubos químicos	b ₃ Adubos orgânicos	b ₄ Números de árvores	b ₅ Valor da terra	b ₆ Mão de obra	b ₇ Idade
I							
F	-1,08	0,211*** (0,047)	-0,071* (0,036)	1,105*** (0,271)	0,142* (0,072)	-0,014 (0,106)	0,562 (0,289)
G	0,24	0,113** (0,035)	0,045* (0,024)	0,730*** (0,225)	0,134* (0,051)	0,153 (0,081)	-0,227 (0,116)
H	-0,11	0,053 (0,057)	0,194*** (0,055)	1,297*** (0,247)	0,060 (0,088)	-0,170** (0,182)	
FGH	-1,61	0,140*** (0,025)	0,035* (0,020)	1,180*** (0,135)	0,165*** (0,040)	0,010 (0,065)	1,220*** (0,370)
L	1,17	0,040 (0,140)	0,135 (0,115)	0,090 (0,500)	0,760** (0,320)	-0,145 (0,205)	0,340
B	1,41	0,170*** (0,060)	0,043 (0,044)	0,315 (0,370)	0,350** (0,135)	0,080 (0,115)	-0,290 (0,195)
C	1,72	0,084* (0,045)	0,160*** (0,042)	0,230 (0,290)	0,170** (0,080)	0,080 (0,120)	-0,150 (0,320)
LBC	1,04	0,120*** (0,035)	0,105*** (0,030)	0,305 (0,190)	0,260*** (0,070)	0,005 (0,070)	0,690 (0,495)
MDE	-1,45	0,140** (0,055)	0,075* (0,040)	1,330*** (0,335)	0,050 (0,125)	-0,255** (0,110)	1,450** (0,655)
A	2,75	0,080 (0,055)	0,080 (0,050)	0,350	0,085	-0,075	-0,615*
TUA	-0,24	0,180 (0,055)	-0,015 (0,045)	0,595** (0,295)	-0,195 (0,165)	0,001 (0,135)	2,630*** (0,860)
JKQ	1,51	0,305*** (0,060)	0,090* (0,050)	0,425 (0,390)	0,005 (0,120)	-0,230 (0,155)	1,400 (0,900)
P	1,05	0,120 (0,080)	0,170 (0,050)	0,450 (0,320)	0,100 (0,135)	0,045 (0,095)	-0,065 (0,380)
NOP	0,90	0,130** (0,060)	0,130*** (0,035)	0,570** (0,220)	0,035 (0,110)	0,020 (0,080)	-0,075 (0,620)
RJKQNOP	1,22	0,230*** (0,045)	0,100*** (0,030)	0,520*** (0,190)	-0,005 (0,830)	-0,055 (0,070)	0,530 (0,485)
SMDTUA	-0,81	0,135*** (0,035)	0,070** (0,030)	0,995*** (0,215)	0,040 (0,095)	-0,80** (0,080)	1,780*** (0,485)
IFGHLBC	-0,38	0,120*** (0,025)	0,060*** (0,020)	0,510*** (0,085)	0,135*** (0,045)	0,050 (0,053)	1,095*** (0,300)
RSI		0,141 (0,096)	0,090 (0,072)	0,143 (0,676)	-0,154 (0,224)	0,169 (0,203)	
JKQMDEFGH	-0,94	0,160*** (0,025)	0,055*** (0,020)	1,105*** (0,130)	0,130*** (0,042)	-0,125** (0,055)	1,070*** (0,315)
NOPTUAIBC	0,72	0,130*** (0,025)	0,092*** (0,020)	0,485*** (0,125)	0,155*** (0,055)	0,010 (0,050)	0,630* (0,340)
21 estratos	-0,18	0,145*** (0,018)	0,075*** (0,014)	0,760*** (0,098)	0,120*** (0,035)	-0,035 (0,038)	1,200*** (0,243)

Nota: — Os números entre parentesis representam o desvio dos coeficientes de regressão Ci

*** = Significativo ao nível de 1%

** = Significativo ao nível de 5%

* = Significativo ao nível de 10%.

R O V
te de Regressão das Funções de Produção

b_8 Idade	b_9 Co- mum log $\frac{\text{Bour-bon}}$	b_{10} Mundo Novo log $\frac{\text{Bour-bon}}$	b_{11} Terra Roxa log $\frac{\text{Aren-ito}}$	b_{12} Massapé log $\frac{\text{Arenito}}$	R Correla- ção	S Desvio tí- pico do log X_1	Coefi- ciente de variação $\left(\frac{s \log X_1}{\log X_1} \right)$
					0,776***	0,198	0,0719
					0,592***	0,158	0,0580
					0,749***	0,229	0,0880
-0,525*** (0,150)					0,670***	0,197	0,0724
					0,538	0,351	0,133
					0,553***	0,223	0,0836
					0,567***	0,207	0,0819
-0,320 (0,195)					0,524***	0,243	0,0932
-0,530** (0,265)					0,549***	0,302	0,112
					0,447*	0,224	0,0845
-0,990 (0,320)					0,503***	0,249	0,0942
-0,665* (0,390)					0,678***	0,250	0,0904
					0,607***	0,252	0,106
-0,035 (0,240)					0,548***	0,278	0,113
-0,275 (0,195)	-0,150*** (0,050)	-0,530*** (0,135)			0,686***	0,271	0,106
0,675*** (0,190)	-0,030 (0,045)	0,035 (0,095)			0,523***	0,280	0,105
-0,485*** (0,125)	-0,065** (0,028)	-0,175*** (0,050)			0,701***	0,272	0,105
			0,135 (0,145)	-0,256 (0,205)	0,592	0,423	
-0,435*** (0,130)			0,015 (0,030)	-0,060 (0,040)	0,582***	0,247	0,0906
-0,295** (0,135)			0,075** (0,035)	-0,130*** (0,030)	0,551***	0,254	0,0996
-0,504*** (0,097)	-0,074*** (0,021)	-0,160*** (0,041)	0,048** (0,024)	-0,107*** (0,025)	0,547***	0,276	0,103

QUADRO VI

Primeira Amostra: Coeficientes Simples de Correlação entre Grupos de Variáveis
(21 estratos juntos)

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
X ₁	1	0,328	0,260	0,261	0,167	0,138	-0,120	-0,177	0,077	0,095	-0,130
X ₂		1	0,270	0,112	0,128	0,151	-0,027	-0,073	0,017	0,092	0,053
X ₃			1	0,028	0,058	0,321	0,092	-0,055	-0,060	0,025	-0,018
X ₄				1	0,068	-0,299	-0,417	-0,095	0,197	-0,159	0,138
X ₅					1	0,114	-0,121	0,013	0,093	0,098	-0,058
X ₆						1	-0,150	-0,064	0,128	-0,087	-0,015
X ₇							1	0,337	-0,436	0,119	0,023
X ₈								1	-0,287	-0,091	0,217
X ₁₀									1	-0,060	-0,112
X ₁₁										1	-0,305
X ₁₂											1

QUADRO VII

Composição da Segunda Amostra

Variedade	Tipos de solo		Todos os tipos de solo
	Terra Roxa	Arenito	
Mundo Novo	19	182	201
4 — 9 anos	19(S')	182(I')	
Bourbon	219	666	885
4 — 9 anos	56(M')	135(F')	
10 — 30 anos	90(D')	357(G')	
Mais de 30 anos	73(E')	174(H')	
Comum	114	621	735
4 — 9 anos	12(T')	145(L')	
10 — 30 anos	32(U')	271(B')	
Mais de 30 anos	70(A')	205(C')	
Tôdas as variedades	352	1 469	1.821

QUADRO VIII
Segunda Amostra: Estratificação dos Cafeeiros

Estratos	Solos		Variedades			Grupos de idades (anos)			Número de plan- tações	X ₁₁
	Terra		Mundo Bour-			Mais de				
	Roxa	Arenito	Novo	bon	Comum	4-9	10-30	30		
MDE	x			x		x	x	x	219	478
TUA	x				x	x	x	x	114	406
SMDTUA	x		x	x	x	x	x	x	352	462
FGH		x		x		x	x	x	666	420
LBC		x			x	x	x	x	621	371
IFGHLBC		x	x	x	x	x	x	x	1 469	397
SI	x	x	x			x			201	425
MDEF GH	x	x		x		x	x	x	885	434
TUALBC	x	x			x	x	x	x	735	377
13 estratos	x	x	x	x	x	x	x	x	1 821	409

QUADRO IX
Segunda Amostra: Médias
(Médias geométricas)

Estratos	X ₁ Produção de café Kg/Ha.	X ₂ Adubos químicos	X ₃ Adubos orgânicos	X ₄ Número de árvores/Ha	X ₅ Idade (anos)
S					
MDE	477,6	0,28	0,81	798,4	17,9
TUA	405,7	0,19	0,86	742,8	29,7
SMDETUA	462,0	0,27	0,82	790,9	19,7
I					
FGN	420,2	0,22	0,69	802,1	17,8
LBC	371,3	0,17	0,55	817,5	19,1
IFGHLBC	396,9	0,20	0,60	820,0	15,9
SI	425,1	0,24	0,53	910,5	5,7
MDEFGH	433,7	0,23	0,72	801,2	17,8
TUALBC	376,5	0,18	0,59	805,6	20,4
14 estratos	408,7	0,21	0,64	814,3	16,6

* Mil cruzeiros por hectare.

QUADRO X
Segunda Amostra: Coeficiente de Variação

$$\left(\frac{\text{slog} X_1}{\log X_1} \right)$$

Estratos	X ₁ Produção de café	X ₂ Adubos químicos*	X ₃ Adubos orgânicos*	X ₄ Número de árvores/Ha	X ₅ Idade (anos)
S					
MDE	0,108	0,385	0,378	0,036	0,278
TUA	0,126	0,330	0,348	0,039	0,217
SMDETUA	0,115	0,387	0,373	0,038	0,286
I					
FGH	0,107	0,402	0,366	0,038	0,237
LBC	0,114	0,385	0,368	0,033	0,252
IFGHLBC	0,116	0,401	0,377	0,037	0,279
SI	0,146	0,444	0,445	0,039	0,121
MDEFGH	0,108	0,399	0,369	0,038	0,248
TUALBC	0,116	0,377	0,366	0,035	0,251
14 estratos	0,116	0,400	0,377	0,037	0,282

QUADRO XI

Segunda Amostra: Coeficiente de Regressão das Funções de Produção

Estratos	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	R Correlação
	Adubos químicos	Adubos orgânicos	Número de árvores	idade		log $\frac{\text{Comum}}{\text{Bourbon}}$	log $\frac{\text{MundoNovo}}{\text{Bourbon}}$	log $\frac{\text{TerraRoxa}}{\text{Arenito}}$	
S									
MDE	0,100*** (0,028)	0,075*** (0,021)	1,362*** (0,165)	1,796*** (0,355)	-0,665*** (0,144)				0,651
TUA	0,303*** (0,061)	0,088** (0,038)	0,996*** (0,250)	1,012 (0,696)	-0,404 (0,262)				0,589
SMDTUA	0,144*** (0,025)	0,076*** (0,018)	1,202*** (0,133)	1,752** (0,313)	-0,658*** (0,124)	-0,015 (0,030)	-0,105* (0,066)		
I									
45 FGH	0,151*** (0,018)	0,065*** (0,015)	0,739*** (0,088)	1,291*** (0,272)	-0,547*** (0,111)				0,493
LBC	0,111*** (0,022)	0,107*** (0,017)	0,963*** (0,110)	0,972*** (0,274)	-0,437*** (0,110)				0,490
IFGHLBC	0,131*** (0,014)	0,085*** (0,011)	0,773*** (0,067)	1,410*** (0,194)	-0,604*** (0,079)	-0,025* (0,015)	-0,009 (0,027)		0,471
SI	0,131*** (0,043)	0,081** (0,033)	0,622*** (0,218)	1,238*** (0,275)				0,132* (0,090)	0,473
MDEFGH	0,144*** (0,015)	0,071*** (0,012)	0,834*** (0,077)	1,445*** (0,220)	-0,588*** (0,090)			0,056*** (0,019)	0,528
TUALBC	0,137*** (0,021)	0,101*** (0,016)	0,969*** (0,100)	0,913*** (0,251)	-0,405*** (0,100)			0,091*** (0,028)	0,499
Todos os estratos	0,136*** (0,012)	0,083*** (0,009)	0,839*** (0,060)	1,429*** (0,166)	-0,594*** (0,067)	-0,020*** (0,013)	-0,031 (0,025)	0,070*** (0,016)	0,502
Estratificação por variedades	0,140	0,083	0,854					0,073	

*** = Significativo ao nível de 1% ** = Significativo ao nível de 5% * = Significativo ao nível de 10%

Nota: Os números entre parentesis mostram o desvio típico do coeficiente líquido da regressão CI.

QUADRO XII

**Segunda Amostra: Coeficiente Simples de Correlação Entre Grupos de Variáveis
(14 Estratos Juntos)**

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₇	X ₈	X ₉
X ₁	1	0,296	0,254	0,308	-0,070	-0,097	0,020	0,086
X ₂		1	0,168	0,042	-0,032	-0,115	0,037	0,100
X ₃			1	0,062	0,150	-0,044	-0,044	0,076
X ₄				1	-0,277	-0,036	0,158	-0,057
X ₅					1	0,214	-0,474	0,107
X ₇						1	-0,290	-0,079
X ₈							1	-0,088
X ₉								1

QUADRO XIII

**Segunda Amostra: Aplicação Ótima de
Adubo Químicos
(Cr\$ por hectare)**

Regressão líquida do rendimento de café em relação aos adubos químicos	Preços do café na árvore (Cr\$/Kg)
	35
$b_2 - 2\sigma b_2 = 0,112$	2,071
$b_2 = 0,136$	2,763
$b_2 + 2\sigma b_2 = 0,160$	3,610

QUADRO XIV

**Segunda Amostra: Aplicação Ótima de
Adubos Orgânicos
(Cr\$ por hectare)**

Regressão líquida do rendimento de café em relação aos adubos orgânicos	Preço do café na árvore (Cr\$/Kg)
	35
$b_3 - 2\sigma b_3 = 0,065$	0,954
$b_3 = 0,083$	1,255
$b_3 + 2\sigma b_3 = 0,101$	1,583