

**ANÁLISE DE RELAÇÕES FATOR-PRODUTO NA CULTURA  
DO MILHO EM JARDINÓPOLIS E GUAÍRA, ESTADO  
DE SÃO PAULO, ANO AGRÍCOLA 1969/70.**

**JOSÉ VALDECI BISERRA**  
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Orientador : Paulo F. Cidade de Araújo

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade  
de São Paulo, para obtenção do título de  
Mestre.

**P I R A C I C A B A**  
Estado de São Paulo  
1971

A meus pais

A minha esposa

A meu filho

## AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", através do Departamento de Ciências Sociais Aplicadas, à Fundação Ford e ao Ministério da Agricultura (EAPA/SUPLAN) que me possibilitaram frequentar o Curso de Pós-Graduação.

Ao Prof. Dr. Paulo Fernando Cidade de Araújo, pela segura, constante e atenciosa orientação prestada na realização deste trabalho e pelo incentivo com que animou o autor desde os primeiros contatos.

Aos Professores Dr. Joaquim José de Camargo Engler, Dr. Donald W. Larson e Dr. Richard L. Meyer, que leram o manuscrito e contribuíram com sugestões muito úteis.

Ao Prof. Dr. Rodolfo Hoffmann, pelas valiosas sugestões em várias etapas da pesquisa.

Ao Projeto Formação de Capital, pelo suporte financeiro dado à realização deste trabalho.

À Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup> Maria Cândida R. Cardinalli, pela dedicação e eficiência na programação e computação eletrônica da informação básica.

A Da. Elisa da Silva Peron, pelo zeloso trabalho de datilografia, e aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Ciências Sociais Rurais que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução da pesquisa.

## ÍNDICE

|  | Pág. |
|--|------|
| LISTA DOS QUADROS .....                        | V    |
| LISTA DOS APÊNDICES .....                      | IX   |
| CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO .....                  | 1    |
| Importância do Problema .....                  | 2    |
| Utilização dos Resultados .....                | 5    |
| Objetivos .....                                | 6    |
| A Área do Estudo .....                         | 7    |
| CAPÍTULO II - REVISÃO DE LITERATURA .....      | 12   |
| CAPÍTULO III - METODOLOGIA .....               | 23   |
| A Informação Básica .....                      | 24   |
| Modelos Econométricos .....                    | 26   |
| Modêlo Linear .....                            | 27   |
| Modêlo Cobb-Douglas .....                      | 27   |
| Pressuposições .....                           | 30   |
| Ajustamento das Funções .....                  | 31   |
| Definição das Variáveis .....                  | 33   |
| CAPÍTULO IV - ANÁLISE DOS RESULTADOS .....     | 38   |
| Equações Seleccionadas para Jardinópolis ..... | 40   |
| Equações Seleccionadas para Guairá .....       | 53   |
| CAPÍTULO V - RESUMO E CONCLUSÕES .....         | 62   |
| Resumo .....                                   | 63   |
| Conclusões .....                               | 68   |
| SUMMARY AND CONCLUSIONS .....                  | 74   |
| Summary .....                                  | 75   |
| Conclusions .....                              | 80   |
| BIBLIOGRAFIA .....                             | 86   |

LISTA DOS QUADROS

|   | Pág. |
|---|------|
| 1. Distribuição Percentual de Culturas em Relação à Área Cultivada em 1970. Municípios de Jardinópolis e Guaíra, Estado de São Paulo .....  | 9    |
| 2. Distribuição das Propriedades Rurais, segundo as Classes de Área, 1960. Municípios de Jardinópolis e Guaíra, Estado de São Paulo .....   | 10   |
| 3. Número de Observações Analisadas, por Estratos. Municípios de Jardinópolis e Guaíra, Estado de São Paulo .....   | 25   |
| 4. Coeficientes de Regressão e Estatísticas Relevantes das Equações Seleccionadas para Estimar Relações de Produção de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo .....  | 41   |
| 5. Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Consideradas nas Equações Seleccionadas para Estimar Relações de Produção de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo .....   | 45   |
| 6. Valores dos Produtos Médios e Marginais das Variáveis Consideradas nas Equações Seleccionadas para Estimar Relações de Produção de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo .....   | 47   |
| 7. Valores dos Produtos Marginais e Relação entre os Valores dos Produtos Marginais e os Prêços dos Fatores Produtivos Considerados nas Equações Seleccionadas para Estimar Relações de Produção de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo ..... | 48   |

8. Coeficientes de Regressão e Estatísticas Relevantes das Equações Seleccionadas para Estimar Relações de Produção de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guaíra, Estado de São Paulo ..... 55
9. Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Consideradas nas Equações Seleccionadas para Estimar Relações de Produção de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guaíra, Estado de São Paulo ..... 57
10. Valor do Produto Médio, Valor do Produto Marginal e Relação entre os Valores dos Produtos Marginais e os Prêços dos Insumos Considerados para Estimar Relações de Produção de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guaíra, Estado de São Paulo ..... 59
11. Ajustamentos Alternativos Testados na Estimativa de Relações de Produção de Milho, Modelo Linear, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo ..... 103
12. Ajustamentos Alternativos Testados na Estimativa de Relações de Produção de Milho, Modelo Linear, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guaíra, Estado de São Paulo ..... 104
13. Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Consideradas na Estimativa de Relações de Produção de Milho, Modelo Linear, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo ..... 105
14. Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Consideradas na Estimativa de Relações de Produção de Milho, Modelo Linear, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guaíra, Estado de São Paulo ..... 106

|  |     |
|--|-----|
| 15. Ajustamentos Alternativos Testados na Estimativa de Relações de Produção de Milho, Modelo Cobb-Douglas, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo .....   | 108 |
| 16. Ajustamentos Alternativos Testados na Estimativa de Relações de Produção de Milho, Modelo Cobb-Douglas, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guaíra, Estado de São Paulo .....   | 110 |
| 17. Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Consideradas na Estimativa de Relações de Produção, Modelo Cobb-Douglas, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo .....                        | 111 |
| 18. Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Consideradas na Estimativa de Relações de Produção de Milho, Modelo Cobb-Douglas, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guaíra, Estado de São Paulo .....                     | 112 |
| 19. Ajustamentos Alternativos Testados para Estimar Relações de Produção de Milho, Com as Variáveis Expressas por Hectare Cultivado, Modelo Cobb-Douglas, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo ..... | 114 |
| 20. Ajustamentos Alternativos Testados para Estimar Relações de Produção de Milho, Com as Variáveis Expressas por Hectare Cultivado, Modelo Cobb-Douglas, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guaíra, Estado de São Paulo .....       | 115 |

|  |     |
|--|-----|
| 21. Coeficientes de Correlação Simples no Modelo Cobb-Douglas,<br>quando as Variáveis são Expressas por Hectare Cultivado de<br>Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis,<br>Estado de São Paulo ..... | 116 |
| 22. Coeficientes de Correlação Simples no Modelo Cobb-Douglas,<br>quando as Variáveis são Expressas por Hectare Cultivado de<br>Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guaíra, Estado<br>de São Paulo .....       | 117 |



## LISTA DOS APÊNDICES

|   | Pág. |
|---|------|
| 1. Informação Básica para o Município de Jardinópolis .....   | 92   |
| 2. Informação Básica para o Município de Guaira .....   | 96   |
| 3. Características Importantes da Cultura de Milho na Amostra .....   | 100  |
| 4. Ajustamentos Alternativos e Matrizes de Correlação no Modelo<br>Linear .....   | 102  |
| 5. Ajustamentos Alternativos e Matrizes de Correlação no Modelo<br>Cobb-Douglas .....   | 107  |
| 6. Ajustamentos Alternativos e Matrizes de Correlação no Modelo<br>Cobb-Douglas, quando as Variáveis são Expressas por Hectare<br>Cultivado ..... | 113  |
| 7. Determinação dos Preços dos Fatores .....  | 118  |

C A P Í T U L O    I

INTRODUÇÃO

### Importância do Problema

O milho é uma das mais importantes atividades do setor agrícola do Estado de São Paulo. Mantém uma das maiores áreas cultivadas e emprega temporariamente grande parcela da população economicamente ativa do meio rural.

No que concerne à renda agregada da agricultura paulista, o milho muito se tem destacado, contribuindo no período 1960/69, em média, com cerca de 8,2% daquele total. Todavia, sua posição variou bastante nesse período, ocupando desde o segundo ao sétimo lugar, sendo ultrapassado ora pelo café, algodão, cana-de-açúcar, arroz ou leite e ovos<sup>1/</sup>.

Além do consumo "in natura" principalmente no meio rural, o milho destaca-se ainda como ponderável fonte supridora de matéria-prima para as fábricas de rações balanceadas e para a indústria de produtos alimentícios. Essas indústrias, mediante a crescente melhoria do processo de transformação, têm contribuído amplamente para a maior aplicabilidade do produto. Isto, por sua vez, caracterizando uma demanda crescente do cereal.

Como produto de exportação, somente a partir de 1962 o milho vem adquirindo maior relevância, haja visto que, em 1964, exportamos pouco mais de 60 mil toneladas, enquanto que, em 1966, o volume exportado de 621

---

<sup>1/</sup> Calculado a partir de informações do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. Ver Coopercotia, Ano XXVII, nº 24. Fevereiro, 1970. p. 33.

mil toneladas foi superior em 11% ao do ano anterior. Em 1968 exportamos mais de um milhão e duzentos mil toneladas, entretanto, no ano seguinte a exportação caiu em 47%<sup>2/</sup>. Isto ocorreu possivelmente como consequência do crescente consumo interno sem correspondente aumento de produção. Aliás, embora não se tenha ainda dados oficiais, há evidências que sugerem uma queda da produção de milho no Estado, em 1969. Isto parece demonstrar que existindo excedente do produto, poderão advir para o Estado amplas possibilidades de exportação e, portanto, de divisas. Contudo, para a existência de excedentes exportáveis é imprescindível uma política de preços e de câmbio favoráveis, além de grandes investimentos de infra-estrutura (porto graneleiro, por exemplo).

As boas perspectivas de exportação de excedentes, aliadas ao elevado consumo interno e à porcentagem de mão-de-obra rural utilizada em sua produção, fazem do milho uma cultura a merecer pesquisas que visem ao aumento sistemático da produção e principalmente da produtividade. A este respeito, convém lembrar, que apesar dos esforços desenvolvidos pelas instituições de assistência técnica e financeira, o crescimento verificado na produção paulista deveu-se, essencialmente, ao aumento da área cultivada. O aumento da produtividade teria contribuído muito pouco para isso<sup>3/</sup>.

---

<sup>2/</sup> Porcentagens calculadas a partir de dados fornecidos pela CACEX. Veja Coopercotia, Guia da Comercialização Rural, 1970. p. 79.

<sup>3/</sup> Ministério da Agricultura. Escritório de Estatística, Análises e Estudos Econômicos. Agro-Econômico. Ano I, nº 1. janeiro-junho, 1969. p. 23.

O que se verifica é que embora o Estado de São Paulo exiba a mais alta produtividade de milho do país, esta produtividade é ainda reduzida quando em comparação com os elevados rendimentos conseguidos por alguns países desenvolvidos. Em 1967, por exemplo, o rendimento paulista não foi além de 1,73 toneladas por hectare, enquanto a Nova Zelândia, que possui a maior produtividade mundial de milho, chegou a 6,04 toneladas. Outros países, como Suíça, Canadá e Áustria, obtiveram rendimentos médios pelo menos três vezes superiores<sup>4/</sup>.

Convém dizer desde logo que não é pretensão desta pesquisa analisar a maioria dos problemas relacionados com o aumento de produção e produtividade de milho no Estado de São Paulo. Ela se propõe, isto sim, a averiguar, em nível regional, o uso atual de recursos produtivos e a caracterizar as possíveis lacunas ou hiatos existentes entre uso atual e uso ótimo de insumos comumente utilizados na produção desta gramínea.

Como se sabe, elevar a produção e a produtividade em bases racionais envolve não só a alocação eficiente dos insumos, mas principalmente, melhor tecnologia da produção. Elevar a tecnologia de produção requer, além de investimentos em pesquisas multidisciplinares, a adoção de uma série de políticas governamentais, inclusive de natureza educacional. Por isto mesmo, mudar a tecnologia de produção é uma pretensão, até certo ponto, de longo prazo, o que foge aos objetivos deste trabalho. Um fato, porém, é

---

4/ Fundação IBGE. Anuário Estatístico do Brasil, 1969. p. 161 e Food and Agriculture Organization - F.A.O. - Production Year Book. Volume 22, 1968. pp. 57-64.

óbvio. Dada uma determinada tecnologia de produção, a alocação ótima dos recursos permitirá além do aumento de produtividade agrícola, a maior remuneração do empresário.

Aliás, produzir de maneira eficiente não pode deixar de constituir o objetivo primordial da empresa agrícola. Entretanto, para atingir esta meta, os recursos escassos existentes devem ser racionalmente utilizados no processo produtivo. E, neste aspecto, de acordo com os fundamentos da economia agrícola, a racionalização ou "ótima" eficiência no uso dos insumos é atingida quando há minimização dos custos de produção para um dado volume de produto, ou alternativamente, maximização da produção a ser obtida a partir de determinada quantidade de recursos.

Neste contexto, o problema que nos parece merecedor de toda a atenção, dada a sua delicada importância para que sejam obtidos níveis mais altos de produtividade, é o de se estimar a "ótima" alocação dos recursos disponíveis na produção de milho, partindo-se da premissa básica de que o objetivo central do empresário agrícola é a maximização de sua renda.

#### Utilização dos Resultados

O melhor conhecimento da maneira pela qual os fatores de produção estão sendo utilizados no processo produtivo de milho fornecerá, por certo, informações indispensáveis às instituições e técnicos, que aliando este conhecimento aos já conseguidos em pesquisas anteriores, inclusive em outros campos, poderão modificar suas diretrizes de trabalho com o propósito de elevar a produção e a produtividade.

Os resultados do presente estudo poderão servir como fonte de referência para orientar políticas agrícolas que visem facilitar a aquisição de recursos relevantes à produção de milho, de tal modo que a sua "ótima" utilização possa ser atingida. Poderão servir também como suporte metodológico e ponto de partida para futuras pesquisas.

### Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é estimar uma função de produção de milho para o município de Guaíra e outra para Jardinópolis.

Mais especificamente, os objetivos a serem perseguidos pela pesquisa são:

- (1) Estimar as produtividades médias e marginais de recursos produtivos empregados na produção de milho;
- (2) Determinar a natureza dos rendimentos à escala;
- (3) Estimar a "ótima" alocação dos insumos convencionais sob as condições de preços prevalecentes na época do estudo;
- (4) Calcular as taxas marginais de substituição entre os fatores de produção;
- (5) Proceder a uma interpretação econômica dos resultados tendo em vista explorar as possibilidades de mudança;
- (6) Estimar a contribuição da educação formal do operador e das atividades de extensão rural à produção.

### A Área do Estudo

A presente pesquisa foi desenvolvida nos municípios de Jardinópolis e Guaíra, que estão localizados, respectivamente, nas regiões Nordeste e Norte do Estado de São Paulo. Êstes municípios fazem parte da Divisão Regional Agrícola de Ribeirão Preto, sendo que Jardinópolis dista aproximadamente 332 Km da capital e Guaíra 468 Km, por rodovia.

O município de Jardinópolis é servido pela Companhia Mogiana de Estrada de Ferro, tendo ainda ligação, por estradas asfaltadas, com Ribeirão Preto, Sales de Oliveira e Brodosqui, cujas extensões são, respectivamente, 22, 36 e 32 quilômetros.

Guaíra, por outro lado, não conta com estrada de ferro, dispondo, porém, de 290 caminhões pesados de aluguel para o transporte de produtos e/ou insumos agropecuários. Liga-se aos municípios de Barretose São Joaquim da Barra através de estradas asfaltadas. As estradas que levam à Orllândia, Miguelópolis e Ipuã ainda não estão asfaltadas.

Enquanto o município de Jardinópolis possui uma superfície de 501 Km<sup>2</sup> e, segundo informações preliminares do Censo de 1970, uma população da ordem de 17 mil habitantes, dos quais 35,5% vivem no meio rural, Guaíra possui uma superfície de 1.217 Km<sup>2</sup> e, segundo a mesma fonte, uma população de 27 mil habitantes, dos quais 37,3% habitam o meio rural.

Nos dois municípios a precipitação pluviométrica oscila numa faixa de 1.100 à 1.600 mm anuais. Esta precipitação, embora suficiente, tem distribuição bastante irregular. A estação sêca ocorre de maio a setembro, sendo que no mês de julho atinge a máxima intensidade. A temperatura



média do mês mais quente ultrapassa a 22°C e a do mês mais frio é inferior a 18°C. O solo predominante nos dois municípios é o tipo "Latosol Vermelho Amarelo". São solos profundos, de textura leve, bem drenados, ácidos e de baixa fertilidade<sup>5/</sup>.

A agricultura é o principal suporte da economia dos dois municípios, tendo o setor agrícola, em 1969/70, contribuído com aproximadamente 66% da renda agregada em Jardinópolis e 60% em Guaíra.

O Quadro 1 demonstra que o milho representa 45% do total da área cultivada em Jardinópolis, ocupando, desta forma, o primeiro lugar em área cultivada no município. Em Guaíra, entretanto, o milho figura em segundo lugar sendo ultrapassado pelo algodão.

É conveniente frisar que a cultura do milho é muito difundida nos dois municípios, uma vez que cerca de 94% de suas propriedades rurais produzem milho em escala comercial<sup>6/</sup>.

---

<sup>5/</sup> Secretaria da Agricultura (CATI). "Plano Regional de Assistência Técnica à Agricultura". Divisão Regional Agrícola de Ribeirão Preto, Volume I, 1968, pp. 5-34.

<sup>6/</sup> William C. Nelson, "A Prática de Adubação em Guaíra, Jardinópolis e Sales de Oliveira, Estado de São Paulo. Notas de Pesquisa nº 1-P, Série A; Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Ciências Sociais Aplicadas. Projeto Formação de Capital. Dezembro, 1970.

Quadro 1. Distribuição Percentual de Culturas em Relação à Área Cultivada em 1970. Municípios de Jardinópolis e Guaíra, Estado de São Paulo.

| Cultura | Jardinópolis<br>(%) | Guaíra<br>(%) |
|---------|---------------------|---------------|
| Milho   | 45                  | 25            |
| Algodão | 27                  | 45            |
| Soja    | 4                   | 22            |
| Arroz   | 15                  | 7             |
| Outros  | 9                   | 1             |
| Total   | 100%                | 100%          |

Fonte: Estimativas da Divisão Regional Agrícola de Ribeirão Preto, CATI, Secretaria da Agricultura.

A estrutura fundiária de Jardinópolis e Guaíra, no ano de 1960, pode ser observada no Quadro 2. Verifica-se que em Jardinópolis 21% dos proprietários possuem 85% da área total das fazendas, enquanto que 40% dos proprietários possuem 89% da área total em Guaíra.

Tudo leva a crer que a agricultura nos dois municípios vem se modernizando. Nos últimos dez anos, por exemplo, a tecnologia de produção sofreu um grande impulso, fato que pode ser comprovado: (a) pela sensível melhoria da produtividade com o processo de mecanização - o número de tratores teria aumentado de 800 para 1.250; (b) pelo aumento do consumo de

Quadro 2. Distribuição das Propriedades Rurais, segundo as Classes de Área, 1960. Municípios de Jardinópolis e Guaíra, Estado de São Paulo

|                    | Jardinópolis       |       |           |       | Guaíra             |       |           |       |
|--------------------|--------------------|-------|-----------|-------|--------------------|-------|-----------|-------|
|                    | Nº de Propriedades | %     | Área (ha) | %     | Nº de Propriedades | %     | Área (ha) | %     |
| Menos de 10 ha     | 119                | 28,74 | 819       | 1,76  | 37                 | 6,83  | 260       | 0,23  |
| 10 a 100 ha        | 208                | 50,24 | 6.222     | 13,34 | 288                | 53,14 | 11.971    | 10,55 |
| 100 a 1.000 ha     | 76                 | 18,36 | 21.996    | 47,14 | 194                | 35,79 | 52.782    | 46,54 |
| 1.000 a 10.000 ha  | 11                 | 2,66  | 17.621    | 37,76 | 23                 | 4,24  | 48.404    | 42,68 |
| Maior de 10.000 ha | -                  | -     | -         | -     | -                  | -     | -         | -     |
| Total              | 414                | 100%  | 46.658    | 100%  | 542                | 100%  | 113.417   | 100%  |

Fonte: Fundação IBGE. Censo Agrícola de 1960 - São Paulo. VII Recenseamento Geral do Brasil, 1967.

fertilizantes e maior acesso ao crédito agrícola; (c) pela generalização de práticas conservacionistas, principalmente das curvas de nível e da rotação de culturas. Ademais, convém observar que na mesma década dos 60, segundo dados censitários, o pessoal ocupado na agricultura da área em estudo teria diminuído em valor absoluto, passando de 23 para 16 mil pessoas<sup>7/</sup>.

<sup>7/</sup> Para maiores detalhes, ver Leda R. Perroco e outros, "Aspectos Econômicos da Agricultura na Região de Ribeirão Preto, Ano Agrícola 1969/70". Em Fase de Publicação; Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Ciências Sociais Aplicadas. Projeto Formação de Capital, 1971.

Como anteriormente referido, os dois municípios estão localizados na Região de Ribeirão Preto, cuja agricultura é das mais progressistas do País, apresentando características de rápida formação de capital, devendo esta ser compreendida em seu sentido mais amplo. Todavia, existe uma diferença aparentemente relevante entre os dois municípios. Enquanto Jardinópolis costuma ser exemplo de zona mais ou menos "tradicional" na produção de cereais, predominando aí agricultores de origem local e italiana, Guaiara, além de ser exemplo típico de zona "nova", é um dos maiores núcleos de colonização japonesa do Estado de São Paulo.

C A P Í T U L O    II

REVISÃO DE LITERATURA

O uso de funções de produção como instrumento de análise econômica é bastante amplo em vários países e, apesar das limitações que lhe são inerentes, seu crescente emprêgo neste tipo de análise é uma consequência lógica dos "bons" resultados que oferecem, sobretudo, quando se perseguem informações referentes à alocação e uso de insumos.

No Brasil, entretanto, somente a partir de 1961, os estudos econométricos sobre funções de produção passaram a ser efetuados com maior frequência, destacando-se, neste particular, a Escola Superior de Agricultura de Viçosa da Universidade Federal de Viçosa e a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo.

Apresenta-se, a seguir, um resumo desses estudos e, quando possível, algumas considerações a respeito daqueles mais diretamente relacionados com esta pesquisa.

JUNQUEIRA (1961) estudou a produção de fumo no município de Ubá, Estado de Minas Gerais, em uma amostra de 56 propriedades agrícolas<sup>8/</sup>. O modelo empregado foi o sugerido por Cobb e Douglas e as variáveis consideradas foram: terra ( $X_1$ ), fertilizantes químicos ( $X_4$ ) e trabalho animal ( $X_6$ ) pois, as variáveis número de covas plantadas na cultura ( $X_2$ ) e trabalho braçal ( $X_3$ ) mostraram-se altamente correlacionadas com a variável terra (respectivamente,

---

<sup>8/</sup> Antônio A.B. Junqueira, "Análise Econômica de Uma Função de Produção de Fumo, em Ubá, Estado de Minas Gerais, 1961". Série Técnica, Boletim nº4; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, Instituto de Economia Rural, 1964. 100 p.

0,91 e 0,89), sendo, por isto, abandonadas. Por esta razão, o autor chama a atenção para o fato de "quando se falar em um hectare de terra, isto quer di zer que, além da terra, estará sendo levado em conta o número de covas plantadas nesse hectare e o trabalho braçal absorvido por êsse mesmo hectare". Com a variável terra assim compreendida, foram determinados os níveis ótimos de uso de terra e fertilizantes químicos, para diferentes níveis de fertilizantes químicos e de uso da terra, respectivamente, mantendo constante o trabalho animal, em 6 dias. A variável trabalho animal não foi analisada em virtude da baixa significância do seu coeficiente de regressão (50%). Junqueira concluiu que, por causa da alta correlação entre área de cultura e o número de covas e entre área de cultura e trabalho braçal, existe uma uniformidade tecnológica bastante grande quanto ao uso de espaçamento entre plantas, e, também, quanto ao emprêgo de mão-de-obra na cultura. Através dos resultados obtidos, concluiu que a produtividade marginal da terra é decrescente e, por inferência, o mesmo estaria ocorrendo para as outras duas variáveis "complementares" (número de covas e trabalho braçal). Quanto à ação conjunta das variáveis em estudo, concluiu que a substituição do fator terra e complementos por adubo é feita de maneira decrescente.

TEIXEIRA FILHO (1964) analisou o uso e a produtividade de recursos na agricultura dos municípios de Ituiutaba e Caratinga, no Estado de Minas Gerais<sup>9/</sup>. Estimou uma função de produção agregada (Cobb-Douglas) para

---

<sup>9/</sup> Antônio R. Teixeira Filho, "Análise da Produtividade Marginal dos Recursos Agrícolas em dois Municípios do Estado de Minas Gerais - Ituiutaba e Caratinga - Ano Agrícola 1961/62". Tese de M.S. não publicada; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1964. 102 p.

cada município, considerando terra com cultura, terra com pastagens, mão-de-obra, capital investido em benfeitorias, equipamentos, animais produtivos, animais de trabalho e despesas de custeio como fatores variáveis. O autor concluiu que em Ituiutaba todos os insumos considerados estavam sendo utilizados no estágio racional de produção. Porém, uma análise mais profunda revelou que os agricultores estavam, em média, usando mais recursos do que deveriam em terra em pastagens, equipamento, animais produtivos e animais de trabalho, enquanto mão-de-obra, benfeitorias e despesas de custeio deveriam ter seu uso incrementado. Para Caratinga, além de terra em pastagens, equipamentos e animais de trabalho, que estariam no III estágio de produção, os insumos terra em culturas e animais produtivos deveriam ter seu uso reduzido. Por outro lado, os investimentos em benfeitorias e despesas de custeio deveriam ser incrementados. Apenas o fator mão-de-obra estava sendo empregado no seu melhor nível. Reconhece o autor que a análise para Caratinga seria bem mais precisa, se feita pelo cálculo da combinação ótima. Todavia, a presença de insumos atuando no III estágio, impossibilitou tal cálculo, pois a função Cobb-Douglas, mostrando apenas um estágio de produção de cada vez, não permite a determinação da combinação ótima no estágio II, quando há também insumos atuando em outro estágio.

VEIGA (1965), usando funções de produção agregada do tipo Linear e Cobb-Douglas, analisou o uso e a produtividade dos recursos no município de Jaguariuna, Estado de São Paulo<sup>10/</sup>. O modelo sugerido por Cobb-Douglas

---

<sup>10/</sup> Alberto Veiga, "Use and Productivity of Agriculture Resources Jaguariuna County, São Paulo, Brazil". Tese de M.S.; Lafayette: Purdue University, 1965. 144 p.



foi o que melhor se ajustou aos dados empíricos da região. Considerando terra em culturas, terra em pastagens, trabalho, investimentos em benfeitorias, equipamentos, animais produtivos, animais de trabalho e despesas de custeio como variáveis independentes, Veiga concluiu que: com exceção de terra em pastagens, todos os insumos estavam sendo usados no estágio racional de produção. Contudo, com vista ao ponto de ótimo uso econômico, terra em culturas, trabalho e investimentos em equipamentos estavam sendo empregados em excesso. Por outro lado, com referência ao mesmo objetivo, os demais fatores deveriam ser incrementados. O autor comparou esses resultados com os de Teixeira Filho, concluindo que, em média, Ituiutaba e Jaguariuna parecem possuir melhores condições para investimentos no setor agrícola do que Caratinga. Entretanto, alterações de maior vulto poderiam ser sugeridas em Ituiutaba e Caratinga do que em Jaguariuna.

Embora ambos estudos utilizem funções de produção agregada, tratam-se de pesquisas de grande valia para a mecânica desenvolvimentista, já que suas conclusões são bastante úteis como auxiliares para as decisões de política agrícola e dos próprios agricultores.

ENGLER, ZAGATTO e ARAÚJO (1965) estimaram uma função de produção do tipo Cobb-Douglas para a cultura canavieira explorada por conta própria e por conta alheia, no município de Piracicaba, Estado de São Paulo<sup>11/</sup>.

---

<sup>11/</sup> Joaquim J. de C. Engler, Alcides G. Zagatto e Paulo F. Cidade de Araújo, "Produtividade de Recursos e Rendimento Ótimo da Lavoura Canavieira, Referentes a Proprietários, Arrendatários e Parceiros em Piracicaba". Materiais de Ensino para Reforma Agrária, nº 4; Piracicaba: IICA-CIRA, 1965. 34 p.

Utilizaram uma amostra de 70 propriedades administradas pelo dono e 41 exploradas por conta alheia, relacionando a renda bruta com os seguintes insumos variáveis: terra, trabalho e capital em máquinas e implementos agrícolas. As principais conclusões a que chegaram foram: (a) as propriedades exploradas por conta própria usam melhor os recursos produtivos; (b) embora os proprietários possam aumentar o uso de todos os insumos analisados, os maiores retornos serão resultantes do incremento em terra e trabalho; (c) os não-proprietários (arrendatários e parceiros) deveriam intensificar o uso apenas do fator terra, podendo, inclusive, pagar preços mais altos por unidade de área e reduzir o uso dos insumos mão-de-obra e maquinaria agrícola, cujos retornos marginais eram negativos.

ZAGATTO, BRANDT e MORAES FILHO (1965), trabalhando com uma população formada por fornecedores de cana-de-açúcar às usinas do município de Piracicaba, Estado de São Paulo, estimaram uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, considerando terra, mão-de-obra e inversões em máquinas e implementos agrícolas como insumos variáveis<sup>12/</sup>. Os autores concluíram que: (a) os recursos terra e mão-de-obra foram os mais importantes na determinação de variações significativas na renda dos fornecedores de cana-de-açúcar do município; (b) inversões adicionais no insumo terra mostraram-se economicamente recomendáveis; (c) mão-de-obra e maquinaria estavam sendo usadas em

---

<sup>12/</sup> Alcides G. Zagatto, Sérgio A. Brandt e José M. Moraes Filho, "Estimativas de Produtividade de Recursos na Lavoura canavieira em Piracicaba, Estado de São Paulo". Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Economia, 1965. 32 p.

quantidades excessivas. Contudo, em virtude de algumas limitações de natureza analítica, os autores sugerem que os resultados dêste trabalho sejam re-examinados em novas pesquisas.

Um fato que merece destaque é que tanto neste trabalho como no anterior, os autores consideraram apenas três variáveis para "explicar" o processo produtivo, o que parece uma visão um tanto simplificadora. Com a inclusão de algumas variáveis tais como fertilizantes, trabalho animal e mudas, resultados mais satisfatórios talvez pudessem ser obtidos.

COX (1965) desenvolveu um estudo sobre função de produção na região cacauera da Bahia, considerando como variáveis "explicativas":  $X_2$  (terras com cacauais);  $X_4$  (mão-de-obra);  $X_9$  (tratos fitossanitários);  $X_{11}$  (terras com pastagens, animais de serviço e despesas de manutenção);  $X_{16}$  (capital = benfeitorias, equipamentos e parte de construções);  $X_{17}$  (despesas gerais - menos manutenção de animais de serviço)<sup>13/</sup>. Concluiu o autor que os produtores de cacau da região estavam investindo demasiadamente em terras com cacauais e despesas gerais, podendo, entretanto, investir mais em mão-de-obra, tratamentos fitossanitários, terras com pastagens, animais de serviço e despesas de manutenção. Quanto aos investimentos em benfeitorias, equipamentos e parte de construções poderiam ser considerados em níveis satisfatórios.

Apesar de algumas limitações, a pesquisa é de fundamental importância para a região. Acredita-se, porém, que com a melhor "seleção" das

---

<sup>13/</sup> Roy Raymond Cox, "Análise da Distribuição dos Recursos através da Função de Produção da Região Cacauera do Estado da Bahia, Safra 1963/64". Tese de M.S.; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1965. 90 p.

variáveis poder-se-iam conseguir resultados ainda mais úteis. Estranha-se, ainda, que a variável despesas gerais esteja atuando no III estágio de produção. Isto possivelmente é o resultado de falhas na informação básica (super-estimação por parte dos agricultores).

TEIXEIRA e OLIVEIRA (1967) estudaram a produção de arroz no município de Itumbiara, Estado de Goiás<sup>14/</sup>. Os autores ajustaram uma função do tipo Cobb-Douglas relacionando a produção física de arroz com as seguintes variáveis independentes: investimentos em terra em cultura, investimentos em trabalho braçal, investimentos em trabalho animal e investimentos em despesas gerais. A função de produção ajustada evidenciou a existência de retornos decrescentes à escala em relação aos fatores considerados, pois o somatório dos coeficientes da equação, igual à 0,8159, indica que um aumento simultâneo, por exemplo, de 10%, em todos os fatores considerados na produção de arroz, determinará um aumento da produção de apenas 8,159%. Os autores concluíram ainda que os investimentos em despesas gerais podem ser considerados em nível ótimo, enquanto o fator terra está sendo usado em excesso e os fatores trabalho braçal e trabalho animal devem ser aumentados.

Estes resultados foram comparados com os obtidos por Gomez para a Zona de "Meia Ponte", Estado de Goiás<sup>15/</sup>. A esse respeito concluíram os

---

<sup>14/</sup> Teotônio Dias Teixeira e Evonir B. de Oliveira, "Análise Econômica da Produção de Arroz, Itumbiara, Goiás, 1966/67". Revista Ceres - Separata. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Janeiro/março, 1970. 15 p.

<sup>15/</sup> J.L.S. Gomez, "Produtividade dos Recursos nas Culturas de Arroz, Milho e Feijão, nas Zonas de Mato Grosso e Goiás e Meia Ponte, Goiás, Ano Agrícola 1966/67". Tese de M.S.; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1968. 92 p.

autores que para os fatores trabalho animal e despesas gerais os resultados são, praticamente, os mesmos. Entretanto, para os fatores trabalho braçal e terra eles são contraditórios.

Teixeira e Oliveira usaram dados primários obtidos através de entrevistas diretas com 37 agricultores selecionados aleatoriamente, o que parece uma amostra, até certo ponto, reduzida.

Especificamente sobre milho, são disponíveis apenas dois trabalhos já realizados entre nós. Uma resenha desses trabalhos é a seguir apresentada.

OLIVEIRA (1966), estimou uma função de produção para a cultura de milho na região de Patos de Minas Gerais, Região Fisiográfica do Alto Paraíba, Estado de Minas Gerais, com a finalidade de analisar a eficiência econômica com que os recursos produtivos eram utilizados e estimar as possíveis mudanças que aumentariam esta eficiência<sup>16/</sup>. Os dados básicos foram obtidos através de 88 entrevistas diretas e as variáveis independentes estudadas foram: área cultivada com milho, trabalho braçal, benfeitorias e trabalho animal. Todos os insumos estavam no estágio racional de produção. Todavia, dada a existência de rendimentos crescentes à escala, não foi possível estimar a combinação ótima dos fatores em conjunto. Por esta razão, o autor fixou a

---

<sup>16/</sup> Evonir Batista de Oliveira, "Análise Econômica de uma Função de Produção - Milho na Região de Patos de Minas Gerais, Minas Gerais - Ano Agrícola 1964/65". Tese de M.S.; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1966. 74 p.

área cultivada em 10 ha, 18,7 ha e 27 ha e estimou as combinações dos demais recursos que tornariam máximos os lucros esperados. Analisou com maior profundidade a combinação com 18,7 ha de área cultivada, chegando às seguintes conclusões: (a) os investimentos em trabalho braçal podem ser considerados satisfatórios; (b) os investimentos em benfeitorias deveriam ser aumentados de Cr\$ 52,70 para Cr\$ 142,70; (c) o uso de trabalho animal era excessivo, devendo ser reduzido de 97 para 26 dias, aos preços prevalecentes.

PELLEGRINI (1969), utilizando-se de informações sobre 72 estabelecimentos agrícolas, dos quais 50 cultivavam milho em escala comercial, ajustou funções de produção do tipo Linear e Cobb-Douglas, para o município de Itapetininga, Estado de São Paulo, sendo que a função potência ajustou-se melhor ao processo produtivo da região<sup>17/</sup>. Considerando terra em cultura de milho, trabalho humano, despesas de custeio, inversões em animais de trabalho e inversões em máquinas e equipamentos como variáveis independentes, concluiu o autor que: (a) com exceção de despesas de custeio e inversões em animais de trabalho, os demais insumos estavam sendo utilizados no estágio racional de produção; (b) máquinas e equipamentos e despesas de custeio não apresentaram significância estatística, mostrando, dêsse modo, que o uso dêstes insumos vêm sendo feito de maneira indiscriminada; (c) terra com cultura, se financiada por 5 anos, deveria ter seu uso incrementado. Porém, se

---

<sup>17/</sup> Luiz M. Pellegrini, "Uma Função de Produção para Milho - Município de Itapetininga, São Paulo, 1968/69". Agricultura em São Paulo, Ano XVI, nº 5/6. Maio e junho, 1969. pp. 1-17.

financiada apenas por 3 anos, o que lhe parecia mais real, a utilização do fator estaria em torno do ótimo desejável; (d) as inversões em animais de trabalho eram excessivas e o trabalho humano também deveria ter seu uso reduzido. O autor reconhece que a inclusão de outras variáveis, como por exemplo fertilidade natural do solo, e a desagregação das despesas de custeio - (composta de sementes, adubos, defensivos, óleos e lubrificantes) permitiriam um refinamento maior do modelo e, conseqüentemente, melhores resultados.

Além da possível contribuição ao conhecimento da economia agrícola dos diversos municípios e regiões a que se referem, as pesquisas aqui discutidas foram muito úteis para nortear todo este trabalho, especialmente na definição das variáveis e escolha dos modelos econométricos.

C A P Í T U L O    I I I

M E T O D O L O G I A



### A Informação Básica

Os dados analisados nesta pesquisa representam um corte transversal ("Cross Section") no tempo e foram obtidos através de entrevistas diretas com agricultores, selecionados ao acaso, dos municípios da área em estudo. Esses dados primários são pertinentes no ano agrícola 1969/70<sup>18/</sup>.

Os agricultores entrevistados foram selecionados do universo constituído pelo rol das propriedades cadastradas no INCRA, pelo processo de amostragem aleatória.

Na tentativa de incluir na amostra os principais tipos de propriedades agrícolas da região (operando em bases comerciais) as propriedades muito grandes e muito pequenas foram excluídas da amostra. Assim sendo, as propriedades com áreas inferiores a 10 hectares foram excluídas pelo fato de que tais propriedades, em sua maioria, não operarem em bases comerciais. Da mesma forma, as propriedades com áreas superiores a 3.000 hectares também foram excluídas porque, além de raras, não são representativas da região.

---

18/ Eles fazem parte da informação básica de um projeto maior de pesquisa sobre Formação de Capital na Agricultura, pesquisa essa realizada em vários municípios dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Minas Gerais e São Paulo. O referido projeto global de pesquisa está sendo conduzido pelo "Dept. of Agricultural Economics and Rural Sociology" da "The Ohio State University", em colaboração com o Instituto de Estudos e Pesquisas Econômicas, no Rio Grande do Sul, o Instituto de Pesquisas e Estudos Econômicos, em Santa Catarina, o Instituto de Economia Rural da Escola Superior de Agricultura de Viçosa, em Minas Gerais e o Departamento de Ciências Sociais Aplicadas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em São Paulo.

Para atender aos objetivos da pesquisa, foram consideradas apenas as informações relativas às propriedades entrevistadas em Jardinópolis e Guaíra. Em Jardinópolis foram realizadas 74 entrevistas, das quais 14 propriedades foram eliminadas, quer por não cultivarem milho (9) quer por incoerência das informações (5). Pelo mesmo motivo, 16 das 80 propriedades visitadas em Guaíra foram também eliminadas, sendo 5 que não cultivam milho e 11 com incoerência e/ou ausência de informação.

Visando a obtenção de amostra mais representativa, o universo foi dividido em três estratos. Os limites dos estratos com o respectivo número de observações e o total de observações válidas podem ser apreciados no Quadro 3.

Quadro 3. Número de Observações Analisados, por Estratos. Municípios de Jardinópolis e Guaíra, Estado de São Paulo.

| Estrato | Intervalo<br>(ha) | Jardinópolis | Guaíra |
|---------|-------------------|--------------|--------|
| I       | 10 - 30           | 13           | 10     |
| II      | 31 - 200          | 32           | 29     |
| III     | 201 - 3.000       | 15           | 25     |
| Total   |                   | 60           | 64     |

O questionário utilizado nas entrevistas foi previamente testado em alguns municípios da região. As entrevistas foram realizadas em julho de 1970 por alunos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

Tôda a informação básica utilizada nesta pesquisa pode ser vista nos Apêndices 1 e 2.

### Modelos Econométricos

Uma função de produção representa a relação técnica entre a quantidade de produto obtido e o montante dos diversos recursos usados no processo produtivo<sup>19/</sup>. Para uma dada tecnologia e um determinado período de tempo, a função de produção pode ser expressa em termos conceptuais da seguinte forma:

$$Y = f(X_i) \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

onde:

Y representa a produção ou produto total e  $X_i$  as quantidades dos "n" fatores utilizados para aquêle nível de produção.

Essa relação técnica conceptual é usualmente representada, matematicamente, através de diferentes modelos ou funções, dependendo dos objetivos, e, principalmente, das características do processo produtivo<sup>20/</sup>.

Nesta pesquisa dois modelos foram empregados visando encontrar aquêle que melhor possa representar o processo produtivo da cultura de milho nos dois municípios.

---

<sup>19/</sup> Ver Earl O. Heady, Economics of Agricultural Production and Resource Use. New York; Prentice Hall, 1952. pp. 29-51.

<sup>20/</sup> Uma discussão minuciosa das características dos diferentes tipos de funções encontra-se em Earl O. Heady e John L. Dillon, Agricultural Production Functions. Ames: The Iowa State University Press, 1966. pp. 73-107.

### Modêlo Linear

Tem como forma geral

$$Y = a + \sum_{i=1}^n b_i X_i + e$$

onde:

Y = variável dependente

a = constante

$b_i$  = coeficientes parciais de regressão

$X_i$  = variáveis independentes

e = erro

As principais características dêste modêlo, são<sup>21/</sup>:

- (a) o produto total cresce a uma taxa constante;
- (b) o produto marginal permanece constante à qualquer nível de produção;
- (c) quando  $a = 0$ , o produto marginal é igual ao produto médio;
- (d) também quando  $a = 0$ , os retôrnos são constantes à escala.

### Modêlo "Cobb-Douglas"

Êste modêlo consiste em se ajustarem os valores observados à uma expressão da forma:<sup>22/</sup>

---

<sup>21/</sup> Ver, por exemplo, Alberto Veiga, op. cit., p. 36.

<sup>22/</sup> Uma exposição detalhada dêste modêlo encontra-se em Heady e Dillon, op. cit., pp. 16-30 e 228-232.

$$Y = a \cdot \prod_{i=1}^n X_i^{b_i} \cdot E$$

A função sugerida por Cobb-Douglas, também chamada "função potência", pode, por anamorfose, tornar-se "linear" cuja expressão é a seguinte:

$$\log Y = \log a + \sum_{i=1}^n b_i \log X_i + \log E$$

onde:

Y = variável dependente

a = constante

$b_i$  = coeficientes de regressão

$X_i$  = variáveis independentes

E = erro

Este modelo possui algumas propriedades específicas. Entre as principais, estão: <sup>23/</sup>

- (a) as elasticidades parciais de produção são consideradas constantes, independentemente das quantidades de Y e  $X_i$  e representadas pelos coeficientes de regressão na forma logarítmica;
- (b) a natureza dos rendimentos à escala é obtida pela soma dos coeficientes de regressão;

---

<sup>23/</sup> Tais propriedades são apresentadas com bastante detalhes em Joaquim J.C. Engler, "Análise da Produtividade de Recursos na Agricultura". Tese de Doutorado; Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1968. pp. 40-44.

- (c) a produtividade-receita marginal ou valor do produto marginal de um fator  $X_i$  é obtido multiplicando-se o valor do produto médio ( $Y/X_i$ ) pelo respectivo coeficiente de elasticidade de produção,  $b_i$ ;
- (d) as curvas de isoproducto são assintóticas aos eixos coordenados. Isto significa que os insumos não são substitutos perfeitos;
- (e) embora as produtividades marginais possam ser crescentes, de crescentes e negativas, para uma mesma relação fator-produto não pode haver mais de um desses tipos de produtividade de cada vês;
- (f) as isóclinas são retas que passam pela origem dos eixos, coincidindo, desta forma, com as linhas de escala, onde os fatores se combinam numa proporção fixa.

A função de produção tipo Cobb-Douglas apresenta inúmeras vantagens sobre outros tipos de funções. Entre as principais, distinguem-se: (a) facilita a estimativa dos parâmetros e interpretação dos resultados porque, quando expressa sob a forma logarítmica, é uma equação de regressão linear múltipla; (b) as elasticidades parciais de produção podem ser diretamente comparáveis entre si, porquanto independem dos valores de  $Y$  e de  $X_i$ ; (c) os rendimentos à escala são facilmente obtidos pela soma dos coeficientes de regressão; (d) as produtividades marginais dos fatores produtivos são calculadas com grande facilidade; (e) devido ao pequeno número de parâmetros a

estimar, obtém-se maior número de graus de liberdade nos testes estatísticos.

Apesar dessas vantagens, a função Cobb-Douglas apresenta também algumas limitações, destacando-se entre elas: (a) não explica simultaneamente os diferentes estágios de produção, dado que as elasticidades parciais de produção são constantes; (b) a característica de serem as curvas de isoproducto assintóticas aos eixos não parece real, pois a partir de certo ponto a produtividade marginal dos fatores torna-se nula e até negativa; (c) como as isóclinas são retas que passam pela origem dos eixos, a proporção ótima em que dois fatores devem ser combinados é constante, o que nem sempre é verdade.

#### Pressuposições

A maioria dos problemas metodológicos encontrados na estimativa e uso das funções de produção, como instrumento de análise na utilização dos recursos, relaciona-se com as diferenças que existem entre as condições impostas pela teoria da produção e as prevalecentes no mundo real. Estas diferenças estão ligadas ao grau de conhecimento, período de tempo considerado, divisibilidade dos fatores e dos produtos, relação entre preços e produção e, finalmente, ao nível de tecnologia. Esta forma, pressupõe-se que:

- (a) há conhecimento perfeito dos mercados de fatores e produto;
- (b) os insumos são completamente transformados em produção durante o período de tempo considerado;

- (c) o produto e os insumos podem ser divididos em qualquer proporção a fim de que se possam obter as melhores condições para a maximização da renda líquida e proporcionar o ótimo nível de uso dos recursos;
- (d) o preço dos insumos independe do preço do produto;
- (e) o nível tecnológico de produção é dado.

### Ajustamento das Funções

Os dois modelos foram ajustados à informação básica coletada nos municípios em estudo.

Para o modelo linear, tem-se:

$$Y = a + \sum_{i=1}^9 b_i X_i + e$$

Para a função de Cobb-Douglas, nesta pesquisa uma equação de regressão linear múltipla na forma logarítmica, tem-se:

$$\log Y = \log a + \sum_{i=1}^9 b_i \log X_i + \log E$$

onde, para ambos modelos e para cada município,

Y = Valor da Produção de Milho (Cr\$)

X<sub>1</sub> = Área Cultivada com Milho (hectares)

X<sub>2</sub> = Trabalho Humano (dias-homens)

X<sub>3</sub> = Fertilizantes (Cr\$)

X<sub>4</sub> = Sementes (Cr\$)



$X_5$  = Máquinas e Implementos Agrícolas (Cr\$)

$X_6$  = "Despesas de Custeio" (Cr\$)

$X_7$  = Educação Formal do Operador (anos de escola)

$X_8$  = Extensão Rural (contatos com extensionista)

$X_9$  = "Despesas de Custeio" Inclusive Mão-de-Obra (Cr\$)

Por razão metodológica os investimentos em animais de trabalho não foram considerados. Do total de propriedades entrevistadas nos dois municípios, quase dois terços não realizaram tais investimentos na cultura de milho.

Os coeficientes de regressão foram estimados pelo método dos mínimos quadrados. Este método consiste em se estimar coeficientes que minimizem a soma dos quadrados dos desvios entre os valores observados e os estimados através da equação de regressão. A computação eletrônica dos dados originais foi efetuada no Centro de Computação Eletrônica da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

Para estimar as variações na variável dependente que eram "explicadas" pela regressão, calculou-se o coeficiente de determinação múltipla ( $R^2$ ).

Com o propósito de testar a significância estatística das regressões obtidas, empregou-se a análise de variância, seguindo a distribuição "F" de Snedecor. Aqui, a hipótese nula implícita é  $H_0: \rho = 0$ .

O teste "t" de Student foi aplicado para determinar a significância estatística das estimativas dos coeficientes de regressão, isto é, se

os coeficientes diferem significativamente de zero<sup>24/</sup>.

Tentando obter equações de regressão que melhor representassem o processo produtivo dos dois municípios, várias equações alternativas foram testadas.

As equações estimativas a serem analisadas serão selecionadas a partir dos seguintes critérios: (a) maior número de coeficientes de regressão significativamente diferente de zero a um nível de probabilidade superior a 10%; (b) coerência dos resultados com os princípios econômicos que disciplinam a teoria da produção; (c) valor do coeficiente de determinação múltipla; (d) valores dos coeficientes de correlação simples entre as variáveis independentes.

#### Definição das Variáveis

Valor da produção de Milho (Y)

Esta variável é expressa em cruzeiros (Cr\$) e representa o valor total da produção de milho no ano agrícola 1969/70. Inclui, portanto, o milho vendido, consumido e/ou em estoque. O preço usado para a avaliação foi o obtido pela média aritmética ponderada dos preços pelos quais os proprietários venderam toda ou parte da produção. Em Jardinópolis, o preço foi Cr\$ 10,20/saco de 60 Kg; em Guaiara, Cr\$ 9,60.

---

<sup>24/</sup> Para detalhes sobre o princípio do método dos mínimos quadrados, teste "t" e teste "F", ver: (a) J. Johnston, Econometric Methods. New York: Mac Graw-Hill Book Company, Inc., 1963. pp. 9-19 e 108-115; (b) José A. Girão, A Função de Produção de Cobb-Douglas e a Análise Inter-Regional da Produção Agrícola. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, Centro de Estudos de Economia Agrária, 1965. pp. 13-22.

### Área Cultivada com Milho ( $X_1$ )

Esta variável é definida pelo número de hectares cultivados com milho no ano agrícola 1969/70. Para a sua determinação eliminaram-se, naturalmente, as propriedades em que a cultura era cultivada em consorciação.

### Trabalho Humano ( $X_2$ )

É expressa em dias-homens e admite-se que seja representativa do total de mão-de-obra utilizada no cultivo do milho no ano agrícola em estudo. Esta variável inclui, desta forma, o trabalho do proprietário, sua família e assalariados. Na determinação do número de dias-homens foram atribuídos diferentes pesos aos membros da família, conforme sua idade. Aos adultos masculinos (18 anos ou mais) atribuiu-se o peso 1,0, às crianças e adolescentes (de mais de 10 anos), o peso 0,5 e aos adultos femininos, o peso 0,75. Os proprietários com mais de 65 anos, foram ponderados em 0,60<sup>25/</sup>. Para estimar a participação do trabalho familiar e assalariado em caracter permanente na cultura de milho, dividiu-se o total dessa mão-de-obra pela área total cultivada na propriedade e multiplicou-se o resultado pela área cultivada em milho. Evidentemente, este procedimento pressupõe uma uniformidade na utilização do fator que, na realidade, representa uma aproximação grosseira.

---

<sup>25/</sup> Critério muito semelhante foi usado por: (a) Zvi Griliches, "Research Expenditures, Education and the Aggregate Agricultural Production Function", *American Economic Review*, Volume LIV, nº 6, 1964. (b) Paulo F. Cidade de Araújo, "Aspectos da Utilização e Eficiência do Crédito e de Alguns Fatores de Produção na Agricultura - Itapetininga-Guareí, Estado de São Paulo". Tese de Doutorado; Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1969. p. 49.

Fertilizantes ( $X_3$ )

Esta variável é expressa em cruzeiros (Cr\$) e representa o valor total dos fertilizantes comerciais aplicados na cultura de milho, no ano agrícola 1969/70.

Sementes ( $X_4$ )

Esta variável é expressa em cruzeiros (Cr\$). Representa o valor total das sementes melhoradas adquiridas na Casa da Agricultura ou em firmas idôneas e efetivamente usadas no plantio durante o ano agrícola considerado.

Máquinas e Implementos Agrícolas ( $X_5$ )

Esta variável procura representar a participação efetiva do capital na forma de máquinas e implementos agrícolas. Inclui tôdas as máquinas e implementos utilizados na produção de milho no ano agrícola 1969/70, seja de tração animal ou moto-mecanizada. Incluíram-se, também, nesta variável, tôdas as despesas, pagas pelo agricultor, com aluguel de máquinas. É expressa em cruzeiros (Cr\$) e igual ao somatório de depreciação, juros sôbre o capital investido e despesas de reparos. Para o cálculo da depreciação usou-se o método linear, ou seja, valor atual da máquina ou implemento, dividido pelo número de anos de vida útil futura. Para o cálculo dos juros sôbre o capital investido, considerou-se a taxa de 15% a.a., porquanto essa foi a taxa que prevaleceu no crédito agrícola institucional durante o ano agrícola para os financiamentos dêsses bens de capital. No que respeita aos reparos, utilizou-se a taxa de 9% sôbre o valor atual das máquinas e implementos. Essa

taxa foi estimata a partir das informações da própria amostra.

"Despesas de Custeio" ( $X_6$ )

Esta variável inclui todos os gastos na produção de milho, no ano agrícola 1969/70, referentes a corretivos do solo (calcáreo), comercialização dos fatores, combustível, óleos e lubrificantes. É expressa em cruzeiros (Cr\$) e refere-se somente a uma parte do capital circulante empastado na lavoura do milho.

Educação Formal do Operador ( $X_7$ )

Esta variável procura determinar a contribuição da educação formal do empresário à produção. É expressa pelo número de anos de educação formal completada. Para o ajustamento da função Cobb-Douglas esta variável foi definida por dez vezes o número de anos de educação formal. Aos agricultores sem educação formal, atribuiu-se o peso igual a unidade<sup>26/</sup>.

Extensão Rural ( $X_8$ )

Esta variável procura explicitar a contribuição das atividades de extensão rural à produção. É expressa pelo número de contatos que o agricultor manteve com os extensionistas no ano agrícola 1969/70. No ajustamento da função Cobb-Douglas definiu-se esta variável por dez vezes o número de contatos. Aos agricultores que não mantiveram contatos com extensionistas, atribuiu-se o valor um<sup>27/</sup>.

---

<sup>26/</sup> e <sup>27/</sup> O critério usado para estimar as variáveis  $X_7$  e  $X_8$  foi, em parte, o mesmo utilizado por George F. Patrick e Earl W. Kehrberg, "Educação e Desenvolvimento Agrícola em Cinco Áreas da Região Leste do Brasil". Experientiae. Volume 11, número 4. Fevereiro, 1971. pp. 169-171.

"Despesas de Custeio" Inclusive Mão-de-Obra ( $X_9$ )

Esta é uma variável alternativa à  $X_2$  e  $X_6$ . É expressa em cruzeiros (Cr $₧$ ) e consiste da adição da variável Trabalho Humano ( $X_2$ ), expressa em cruzeiros, à variável "Despesas de Custeio" ( $X_6$ ) tal como foi anteriormente definida.

C A P Í T U L O    I V

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Algumas das características relevantes da amostra são apresentadas no Apêndice 3, com a finalidade de proporcionar informações adicionais sobre a cultura do milho nos dois municípios e estabelecer um quadro de referência para as análises subsequentes.

Seis ajustamentos alternativos foram testados com o modelo linear, sendo quatro para o município de Jardinópolis e dois para o de Guaíra. Tanto esses ajustamentos como as matrizes de correlação simples entre as variáveis consideradas podem ser apreciados no Apêndice 4.

Com referência ao modelo Cobb-Douglas, foram testados treze ajustamentos alternativos para o município de Jardinópolis e oito para Guaíra. Esses ajustamentos são apresentados no Apêndice 5, juntamente com os coeficientes de correlação simples entre as variáveis definidas para o estudo.

Com base nos critérios alinhados no capítulo anterior, selecionaram-se duas equações estruturais do modelo Cobb-Douglas para cada um dos municípios<sup>28/</sup>.

---

<sup>28/</sup> Entre os principais problemas do modelo linear, incluem-se o da incoerência e instabilidade das estatísticas obtidas e o de maior multicolinearidade entre fatores. Todavia, há alguns aspectos comuns e divergentes entre os modelos que devem ser desde logo mencionados. Por exemplo, os dois modelos apresentaram coeficientes de determinação muito bons. Em Jardinópolis, tanto o modelo linear como o Cobb-Douglas destacam a contribuição dos insumos modernos fertilizantes e sementes; revelando em alguns ajustamentos resultados conflitantes para os fatores terra, mão-de-obra, custeio e maquinaria. Em Guaíra, os dois modelos são coerentes nas estimativas feitas para a terra e capital em máquinas e implementos agrícolas; diferenças foram constatadas para fertilizantes, sementes, mão-de-obra e principalmente custeio.



As equações escolhidas são a seguir apresentadas e analisadas. É importante, porém, chamar a atenção para o fato de que nas análises subsequentes usar-se-ão, também, informações de outros ajustamentos.

#### Equações Seleccionadas para Jardinópolis

As equações escolhidas para o município de Jardinópolis foram as correspondentes aos ajustamentos VII e XII. Essas equações incluem, em conjunto, as seguintes variáveis independentes: área cultivada com milho ( $X_1$ ), fertilizantes ( $X_3$ ), sementes ( $X_4$ ), "despesas de custeio" ( $X_6$ ), educação formal do operador ( $X_7$ ), extensão rural ( $X_8$ ) e "despesas de custeio" inclusive mão-de-obra ( $X_9$ ).

O Quadro 4, a seguir, apresenta as estimativas dos coeficientes de regressão (elasticidades parciais de produção) e outras características importantes das equações seleccionadas.

Com base nos valores de "F", os coeficientes de correlação múltipla (R) são estatisticamente significativos ao nível de 1%, sendo, portanto, rejeitada a hipótese nula de que  $\rho = 0$  e as regressões consideradas significativas.

Os valores obtidos para o teste "t" evidenciam que as estimativas dos coeficientes de regressão das variáveis área cultivada com milho ( $b_1$ ), fertilizantes ( $b_3$ ), "despesas de custeio" ( $b_6$ ) e "despesas de custeio" inclusive mão-de-obra ( $b_9$ ) são estatisticamente significativas ao nível de 1% de probabilidade, enquanto os coeficientes de regressão das variáveis sementes

Quadro 4. Coeficientes de Regressão e Estatísticas Relevantes das Equações Seleccionadas para Estimar Re-  
lações de Produção de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São  
Paulo.

| Variáveis  | Ajustamento VII                      |                         | Ajustamento XII                      |              |
|--|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------|
|  | Coefficientes de Regressão ( $b_i$ ) | Valor de "t"            | Coefficientes de Regressão ( $b_i$ ) | Valor de "t" |
| Área Cultivada c/ milho ( $X_1$ ), em Ha                       | 0,8341****                           | 15,22                   | -                                    | -            |
| Fertilizantes ( $X_2$ ), em Cr\$                               | -                                    | -                       | 0,1960****                           | 3,28         |
| Sementes ( $X_3$ ), em Cr\$                                    | 0,0510**                             | 1,84                    | 0,0689**                             | 1,71         |
| "Despesas de Custeio" ( $X_4$ ), em Cr\$                       | 0,1079****                           | 3,33                    | -                                    | -            |
| Educ. Formal do Operador ( $X_5$ ), em anos de escola          | 0,0269                               | 1,13                    | 0,0051                               | 0,15         |
| Extensão Rural ( $X_6$ ), em contatos                          | 0,0404*                              | 1,52                    | 0,0274                               | 0,70         |
| "Despesas de Custeio" Inclusive Mão-de-Obra ( $X_7$ ), em Cr\$ | -                                    | -                       | 0,8122****                           | 8,48         |
| Constante  | a = 235,8                            | a = 2,3                 |                                      |              |
| Elasticidade Total de Produção                                 | $\Sigma b_i = 0,9930$                | $\Sigma b_i = 1,0771$   |                                      |              |
| Coefficiente de Determinação                                   | R <sup>2</sup> = 0,9549              | R <sup>2</sup> = 0,9082 |                                      |              |
| Valor de "F"   | F = 288,7085****                     | F = 106,8441****        |                                      |              |

\*\*\*\* Indica significância ao nível de 1%

\*\* Indica significância ao nível de 10%

\* Indica significância ao nível de 20%

( $b_4$ ) e extensão rural ( $b_8$ ) são significativos, respectivamente, aos níveis de 10 e 20%. O coeficiente da variável educação formal do operador ( $b_7$ ) não foi significativo, embora no ajustamento VII o desvio-padrão seja inferior ao respectivo coeficiente de regressão. Assim sendo, rejeitam-se, também, as hipóteses nulas de que as variáveis  $X_1$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_6$ ,  $X_8$  e  $X_9$  não afetam a produção de milho. Reconhece-se, contudo, a menor probabilidade das relações estimadas para as variáveis sementes ( $X_4$ ) e extensão rural ( $X_8$ ).

Convém pôr em destaque o problema de multicolinearidade evidenciado nesta pesquisa. Na verdade, vários pares de variáveis apresentaram elevada correlação. A variável terra, por exemplo, mostrou-se muito correlacionada com quase todas as demais, especialmente com trabalho humano ( $X_2$ ), máquinas e implementos agrícolas ( $X_5$ ) e fertilizantes ( $X_3$ )<sup>29/</sup> Na tentativa de eliminar este problema ajustaram-se algumas equações em que as variáveis foram divididas pela área cultivada com milho. Ver Apêndice 6. De fato, com esse procedimento os coeficientes de correlação simples entre as variáveis independentes foram em muito reduzidos. Mas, em compensação os coeficientes de determinação tornaram-se excessivamente baixos (o maior valor para  $R^2 = 0,37$ ).

Assim sendo, decidiu-se seguir o critério proposto por Heady e Dillon, segundo o qual quando o coeficiente de correlação simples é próximo da unidade (igual ou maior que 0,80), uma das variáveis independentes deve ser eliminada, pois, só assim "melhores" estimativas para os parâmetros das

---

<sup>29/</sup> Veja o Quadro 17 no Apêndice 5.

variáveis mais relevantes poderão ser obtidas<sup>30/</sup>.

Foi principalmente por êsse motivo que se optou pela seleção de dois ajustamentos (equações) na estimativa das relações de produção de milho para Jardinópolis. No primeiro - equação VII - procurou-se isolar o efeito da variável terra, ainda que sujeito a uma certa tendenciosidade. No segundo - equação XII - a variável terra foi excluída e adicionou-se o trabalho humano ( $X_2$ ) à variável "despesas de custeio" ( $X_6$ ), na tentativa de analisar o efeito do insumo mão-de-obra ainda que indiretamente. Aliás, comparando os coeficientes de determinação múltipla dos ajustamentos XII e XIII constantes do Quadro 15 no Apêndice 5, verifica-se que a variável trabalho incluída no primeiro desses ajustamentos estaria explicando 36% da variância não explicada pelo ajustamento XIII. Ademais, outros ajustamentos conferem ao trabalho elevada significância estatística. Consequentemente, tais evidências parecem demonstrar que a variável trabalho humano contribui positiva e expressivamente para a produção de milho.

O fato da variável área cultivada ( $X_1$ ) estar muito correlacionada com as demais indica, de certa forma, que o fator terra se combina em proporções fixas com outros insumos, existindo assim um alto grau de complementariedade entre fatores que seria resultante de uma tecnologia mais ou menos uniforme, pelo menos no que se refere às relações entre determinados insumos e a área em cultivo.

---

<sup>30/</sup> Earl Heady e John Dillon, op. cit. p. 136.

Por outro lado, acredita-se que a alta correlação entre as variáveis área cultivada com milho e trabalho humano possa ser parcialmente explicada por erros de mensuração na variável trabalho, pois, como visto anteriormente, o cálculo desta variável, apresentou muitas dificuldades, mormente no que se refere à mão-de-obra familiar e assalariada em caráter permanente.

No que concerne a alta correlação entre as variáveis área cultivada e fertilizantes, ao que tudo indica isto se deve à fertilidade natural do solo e/ou ao efeito residual de adubações anteriores feitas pelos agricultores. Talvez a inclusão de uma variável que permitisse medir o grau de fertilidade natural do solo pudesse resolver este problema, ainda que parcialmente.

Máquinas e implementos agrícolas revelaram-se também altamente correlacionados com a área cultivada. Isto, talvez, se deva, em parte, à tecnologia desenvolvida pelos agricultores da amostra, bem como a possíveis erros de informação sobre o uso de maquinaria ( $X_5$ ). Embora não figurando nos ajustamentos selecionados, máquinas e implementos parecem estar positivamente relacionados com o valor da produção de milho. E a julgar pelos resultados do Apêndice 5, essa relação seria estatisticamente significativa pelo menos ao nível de 20%.

O Quadro 5 apresenta os coeficientes de correlação simples entre as variáveis consideradas nas equações selecionadas. Da análise desse quadro, os coeficientes de correlação simples indicam que das variáveis consideradas aquelas que mais influenciam o valor da produção de milho são, pela

ordem: área cultivada ( $X_1$ ), "despesas de custeio" inclusive mão-de-obra ( $X_9$ ) e fertilizantes ( $X_3$ ).

Quadro 5. Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Consideradas nas Equações Seleccionadas para Estimar Relações de Produção de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo.

|           | log Y | log $X_1$ | log $X_3$ | log $X_4$ | log $X_6$ | log $X_7$ | log $X_8$ | log $X_9$ |
|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| log Y     | 1,00  | 0,97      | 0,86      | 0,66      | 0,84      | 0,09      | 0,49      | 0,93      |
| log $X_1$ |       | 1,00      | 0,86      | 0,61      | 0,79      | 0,02      | 0,44      | 0,95      |
| log $X_3$ |       |           | 1,00      | 0,64      | 0,71      | 0,04      | 0,37      | 0,81      |
| log $X_4$ |       |           |           | 1,00      | 0,60      | 0,17      | 0,34      | 0,60      |
| log $X_6$ |       |           |           |           | 1,00      | 0,10      | 0,43      | 0,80      |
| log $X_7$ |       |           |           |           |           | 1,00      | 0,22      | 0,08      |
| log $X_8$ |       |           |           |           |           |           | 1,00      | 0,51      |
| log $X_9$ |       |           |           |           |           |           |           | 1,00      |

Ainda com referência ao Quadro 5, constata-se que o problema de multicolinearidade persiste entre dois pares de variáveis,  $X_1 - X_6$  e  $X_3 - X_9$ . Todavia, essas correlações parecem até certo ponto normais tanto no caso de área cultivada e "custeio" como entre fertilizantes e custeio inclusive mão-de-obra, sendo que neste par de variáveis a explicação pode ser atribuída à presença de calcário e mão-de-obra, que seriam complementares ao insumo fertilizantes.

Como pode ser observado no Quadro 4, os valores das elasticidades parciais de produção são todos positivos e inferiores à unidade. Isto indica que os fatores produtivos, como definidos nas duas equações, estariam sendo utilizados no estágio racional de produção. Esta conclusão é obtida também da análise do Quadro 6, que apresenta os valores dos produtos médios maiores que os valores dos produtos marginais.

A relação entre o valor do produto marginal de um fator e o seu respectivo custo (preço) é um bom indicador da economicidade de seu uso atual. Neste particular, quando a relação  $VP_{Ma_{xi}}/P_{xi}$  for superior à unidade, o uso do fator  $x_i$  pode ser aumentado. Se, entretanto, esta relação for inferior à unidade, o insumo  $x_i$  está sendo "aplicado" em quantidades excessivas. Obviamente, quando o valor dessa relação igualar-se à unidade, o fator  $x_i$  encontra-se, do ponto de vista econômico, no nível ótimo de uso<sup>31/</sup>.

---

<sup>31/</sup> Naturalmente, em condições de financiamento ilimitado.

Quadro 6. Valores dos Produtos Médios e Marginais das Variáveis Consideradas nas Equações Seleccionadas para Estimar Relações de Produção de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo.

| Variáveis  | Ajustamento VII            |                               | Ajustamento XII            |                               |
|--|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
|  | Valor do Produto Médio (a) | Valor do Produto Marginal (a) | Valor do Produto Médio (a) | Valor do Produto Marginal (a) |
| Área Cultivada com Milho ( $X_1$ ), em Cr\$ <sup>1</sup> /Ha                                   | 437,09                     | 364,58                        | -                          | -                             |
| Fertilizantes ( $X_2$ ), em Cr\$ <sup>1</sup> /Cr\$ <sup>2</sup>                               | -                          | -                             | 7,47                       | 1,46                          |
| Sementes ( $X_3$ ), em Cr\$ <sup>1</sup> /Cr\$ <sup>2</sup>                                    | 68,32                      | 3,48                          | 68,32                      | 4,71                          |
| "Despesas de Custeio" ( $X_4$ ), em Cr\$ <sup>1</sup> /Cr\$ <sup>2</sup>                       | 24,57                      | 2,65                          | -                          | -                             |
| Educação Formal do Operador ( $X_5$ ), em Cr\$ <sup>1</sup> /ano de escola                     | 2.431,47                   | 65,41                         | 2.431,47                   | 12,40                         |
| Extensão Rural ( $X_6$ ), em Cr\$ <sup>1</sup> /contato  | 1.629,89                   | 65,85                         | 1.629,89                   | 44,66                         |
| "Despesas de Custeio" inclusive mão-de-obra ( $X_7$ ), em Cr\$ <sup>1</sup> /Cr\$ <sup>2</sup> | -                          | -                             | 2,26                       | 1,84                          |

a/ Calculados com base nas médias geométricas dos valores observados.

As relações  $VPM_{xi}/P_{xi}$  dos fatores produtivos incluídos nas equações seleccionadas podem ser contempladas no Quadro 7.

Relativamente ao uso dos meios de produção, importantes considerações econômicas precisam ser aqui discutidas.



Quadro 7. Valores dos Produtos Marginais e Relação entre os Valores dos Produtos Marginais e os Prêços dos Fatores Produtivos considerados nas Equações Seleccionadas para Estimar Relações de Produção de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo.

|  | Prêço do Fator $P_{xi}^a$ | Ajustamento VII |                       | Ajustamento XII |                       |
|--|---------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
|  |                           | $VP_{Ma_{xi}}$  | $VP_{Ma_{xi}}/P_{xi}$ | $VP_{Ma_{xi}}$  | $VP_{Ma_{xi}}/P_{xi}$ |
| Área Cultivada c/ Milho ( $X_1$ ), em Cr\$ <sup>1000</sup> /ha.                      | 87,00                     | 364,58          | 4,19                  | --              | --                    |
| Fertilizantes ( $X_3$ ), em Cr\$ <sup>1000</sup> /Cr\$                               | 1,07                      | --              | --                    | 1,46            | 1,36                  |
| Sementes ( $X_4$ ), em Cr\$ <sup>1000</sup> /Cr\$                                    | 1,17                      | 3,48            | 2,97                  | 4,71            | 4,03                  |
| "Despesas de Custeio" ( $X_6$ ), em Cr\$ <sup>1000</sup> /Cr\$                       | 1,17                      | 2,65            | 2,26                  | --              | --                    |
| "Despesas de Custeio" inclusive Mão-de-Obra ( $X_9$ ), em Cr\$ <sup>1000</sup> /Cr\$ | 1,17                      | --              | --                    | 1,84            | 1,57                  |

a/ A determinação dos preços dos fatores é apresentada no Apêndice 7.

Para o fator área cultivada com milho ( $X_1$ ), a elasticidade parcial de produção é estimada em 0,8341 no ajustamento VII. Este coeficiente indica que em condições "coeteris paribus", um aumento, por exemplo, de 10% no uso da terra, aumentaria o valor da produção de milho em aproximadamente 8,3%. A estimativa do valor do produto marginal permite concluir que, em média e mantendo constantes os demais fatores, os agricultores aumentariam de Cr\$ 364,58 o valor da produção de milho com um hectare a mais em cultivo. A relação entre o valor do produto marginal e o preço deste fator demonstra, por sua vez, que os agricultores poderiam realizar investimentos adicionais em terra, inclusive, pagando alugueis mais elevados.

Tais inferências, entretanto, devem ser examinadas com certo cuidado. Ao que tudo indica, elas estão superestimando as verdadeiras relações em jogo devido ao problema de multicolinearidade. Ainda assim, quando esses resultados são comparados com os do ajustamento I do Apêndice 5 ( $b_1 = 0,6698$  e valor do produto marginal igual à Cr\$ 292,76), chega-se também à conclusão de que o fator terra está sendo utilizado aquém do nível "ótimo".

Com relação ao insumo fertilizantes ( $X_3$ ), a elasticidade parcial de produção de 0,1960, indica que outras coisas permanecendo constantes, um aumento de 10% em seu uso, determinaria acréscimo na renda dos produtores de milho da ordem de 2,0%. À margem, este insumo tinha um valor de produto tal que provocaria, em média, um acréscimo de Cr\$ 1,46 na renda dos agricultores. A análise da relação  $VPM_{X_3}/P_{X_3}$  demonstra que o fator encontra-se aquém do nível "ótimo". Entretanto, considerando que o coeficiente de elasticidade parcial de produção esteja superestimado e, conseqüentemente, também,

o valor do produto marginal, a conclusão de que o uso de fertilizantes estaria próximo do ótimo torna-se mais realista.

Outros pontos a serem levantados em favor desta conclusão é que muitos agricultores da amostra estão sendo subsidiados através da política creditícia que visa a difusão de insumos modernos e, na área em estudo, existe um grande número de firmas especializadas na venda de adubos facilitando, assim, a intensificação do uso deste fator. A este respeito, ver os resultados preliminares obtidos por Nelson<sup>32/</sup>.

Já com relação a sementes ( $X_4$ ), os coeficientes de regressões estimados pelas duas equações permitem concluir que, mantidos os demais fatores constantes, um acréscimo de 10% no uso deste insumo, determinaria acréscimo da ordem de 0,5 à 0,7% no valor do produto. A produtividade receita marginal demonstra que um cruzeiro adicional gasto em sementes melhoradas proporcionaria um aumento de Cr\$ 3,48 a Cr\$ 4,71 na renda dos produtores de milho. A relação entre o valor do produto marginal e respectivo preço sugere que o uso atual deste insumo está muito aquém do "ótimo". Outro aspecto importante a ser destacado com relação a variável é a estabilidade das estimativas dos coeficientes de regressão nos vários ajustamentos efetuados<sup>33/</sup>.

Desta forma, qualquer política agrícola que venha a favorecer

---

<sup>32/</sup> William C. Nelson, "Comercialização de Fertilizantes". Notas de Pesquisa nº 3-P, Série A. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Ciências Sociais Aplicadas. Projeto Formação de Capital. Maio, 1971.

<sup>33/</sup> Veja o Quadro 15 do Apêndice 5.

a distribuição e uso de sementes melhoradas poderá desempenhar um papel destacado na elevação do nível de renda dos produtores de milho de Jardinópolis. Ademais, se se considerar a complementariedade que em geral existe entre sementes melhoradas e fertilizantes, a adoção de políticas com tal finalidade, sem dúvida, contribuirá "duplamente" para o aumento da produtividade agrícola e, conseqüentemente, da renda.

No município em estudo, esta inferência poderá ser estendida também à aplicação de uma política de assistência técnica para aumentar a relação número de plantas/hectare, através de sementes melhoradas. No que respeita à agricultura paulista como um todo, os pontos aqui levantados sôbre a produtividade marginal dêste insumo moderno parecem fundamentais para fins de política econômica sob múltiplos aspectos. Como se sabe, o milho é dos produtos que mais contribuem para a renda do setor agrícola, apesar de ser ainda caracterizado por uma "tecnologia em transição". Além disso, tem um mercado internacional favorável e, na medida em que forem válidos os resultados desta pesquisa, aí estão algumas alternativas do lado da produção que eventualmente poderão ser generalizadas para outras regiões do Estado.

Quanto à variável "despesas de custeio" ( $X_G$ ), o coeficiente de regressão indica que, "coeteris paribus", um aumento de 10% nesta variável, incrementaria o valor da produção de milho em aproximadamente 1,0%. À margem, esta variável teria um valor de produto igual à Cr\$ 2,65. Isto significa que a inversão adicional de um cruzeiro em "despesas de custeio", aumentaria de Cr\$ 2,65 a renda dos empresários de milho. Como cada cruzeiro adicional nesta forma de capital custa pelo menos Cr\$ 1,17, conclui-se que os produtores de milho deveriam aumentar o uso dêste fator.

Com base na relação  $VPMa_{x_9}/P_{x_9}$ , a variável "despesas de custeio" inclusive mão-de-obra também deveria ser incrementada relativamente ao uso médio atual.

Ora, estando as variáveis "despesas de custeio" ( $X_6$ ) e "despesas de custeio" inclusive mão-de-obra ( $X_9$ ), ambas, aquém do nível de utilização ótima, é de se esperar que o insumo trabalho humano também esteja. Aliás, esta conclusão é reforçada, embora de forma não muito precisa, pelos resultados fornecidos por outros ajustamentos apresentados no Apêndice 5. Tais ajustamentos indicam que a elasticidade parcial de produção do fator trabalho humano estaria ao redor de 0,5. Se êste fôr o caso, o valor do produto marginal é aproximadamente igual a Cr\$ 9,00. Sendo de Cr\$ 6,70 a diária média paga pelos agricultores da amostra representativa do município, o fator trabalho humano deveria ter seu uso incrementado. O autor reconhece, contudo, que essas estimativas parecem estar superestimadas e, conseqüentemente, elas têm que ser consideradas com bastante reserva. Em futuras pesquisas, atenção especial deve ser dada à quantificação da contribuição do trabalho humano para a produção de um determinado produto agrícola, caso em que essa quantificação requer cuidados especiais como, por exemplo, os sugeridos por Hopper<sup>34/</sup>.

As variáveis educação formal do operador ( $X_7$ ) e extensão rural ( $X_8$ ) mostraram-se significativas somente a níveis muito baixos no ajustamento VII. Aliás, o propósito da inclusão destas variáveis nos diversos ajustamentos testados foi o de se verificar se elas contribuíam "positivamente"

---

<sup>34/</sup> W. D. Hopper, "Allocative Efficiency in a Traditional Indian Agriculture". Journal of Farm Economics, Volume 47, nº 3. Agosto, 1965.

para a produção de milho. Embora os resultados obtidos sugiram que a inclusão dessas variáveis "não-convencionais" não tenha diminuído significativamente o resíduo dos ajustamentos contendo apenas variáveis "convencionais", parece evidente que tanto educação do operador como extensão rural têm um impacto positivo sobre a produção de milho. Por outro lado, os valores dos proditos marginais dessas variáveis podem ser considerados como estimativas indiretas dos retornos proporcionados pelos investimentos públicos feitos em capital humano e em assistência técnica à agricultura.

Devido ao problema de multicolinearidade entre diversos pares de variáveis importantes e, conseqüentemente, a possíveis tendenciosidades na estimativa de diversos coeficientes, não foram calculadas as taxas marginais de substituição entre fatores nem determinados os níveis ótimos de alocação de recursos.

#### Equações Seleccionadas para Guaíra

As funções seleccionadas para Guaíra, são as correspondentes aos ajustamentos II e V do modelo Cobb-Douglas, apresentados no Apêndice 5. Essas equações incluem as seguintes variáveis independentes: área cultivada com milho ( $X_1$ ), fertilizantes ( $X_2$ ), sementes ( $X_3$ ), "despesas de Custeio" ( $X_6$ ) e educação formal do operador ( $X_7$ )<sup>35/</sup>. Cerca de 76% e 91% das variações no

---

<sup>35/</sup> Para o município de Guaíra a variável extensão rural não foi incluída na análise porque neste município não havia agente de assistência técnica residente. Sabe-se, contudo, que os agricultores mantinham contatos com o agrônomo extensionista do município de Barretos.

valor da produção de milho podem ser "explicadas", respectivamente, por tais ajustamentos. Ver Quadro 8.

Há que se reconhecer, porém, que essas funções apresentam algumas limitações quanto à lógica de produção, pois os fatores mão-de-obra e maquinaria não se incluem entre as variáveis explicativas que, na realidade, se restringem apenas a quatro dos insumos convencionais. Por outro lado, o ajustamento V é incluído na análise em virtude da fundamental importância do fator terra para a produção de milho, mesmo contrariando alguns dos critérios apontados, no capítulo III, para a escolha dos "melhores" ajustamentos.

Como nas equações estimativas para Jardinópolis, as regressões múltiplas selecionadas para Guaíra são significativas ao nível de 1% de probabilidade. Logo, nos dois casos, rejeita-se a hipótese nula de que  $\varrho = 0$  e as regressões são consideradas satisfatórias.

Com maior intensidade do que em Jardinópolis, o problema de multicolinearidade aqui se fez presente<sup>36/</sup>. Em sua maioria, os pares de variáveis apresentaram-se fortemente correlacionados e, por esta razão, as variáveis trabalho humano ( $X_2$ ) e máquinas e implementos agrícolas ( $X_5$ ) não foram consideradas nos ajustamentos selecionados. Acredita-se, que com a exclusão dessas variáveis, as estimativas dos coeficientes  $b_3$ ,  $b_4$  e  $b_6$  estejam menos envezados.

---

<sup>36/</sup> A exemplo do que foi feito para Jardinópolis, estimaram-se funções, em que as variáveis foram expressas por hectare cultivado. Ver Apêndice 6. O maior valor obtido para o coeficiente de determinação foi 0,15 e, além disso, em Guaíra só o coeficiente do capital na forma de maquinaria/hectare alcançou nível de significância satisfatório.

Quadro 8. Coeficientes de Regressão e Estatísticas Relevantes das Equações Seleccionadas para Estimar Re-  
lações de Produção de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guafrá, Estado de São Paulo.

| Variáveis   | Ajustamento II                       |              | Ajustamento V                        |              |
|---|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------|
|   | Coefficientes de Regressão ( $b_i$ ) | Valor de $t$ | Coefficientes de Regressão ( $b_i$ ) | Valor de $t$ |
| Área Cultivada c/ Milho ( $X_1$ ), em Ha              | -                                    | -            | 1,0305****                           | 10,42        |
| Fertilizantes ( $X_2$ ), em Cr\$                      | 0,1177***                            | 2,14         | -                                    | -            |
| Sementes ( $X_3$ ), em Cr\$                           | 0,2593****                           | 3,04         | -0,0175                              | - 0,29       |
| "Despesas de Custeio" ( $X_4$ ), em Cr\$              | 0,2855****                           | 4,78         | 0,0454                               | 1,03         |
| Educ. Formal do Operador ( $X_5$ ), em anos de escola | 0,1192**                             | 1,77         | 0,0612*                              | 1,47         |
| Constante   |                                      | a = 124,8    | a = 238,8                            |              |
| Elasticidade Total de Produção                        | $\Sigma b_i$ = 0,6625                |              | $\Sigma b_i$ = 1,0584                |              |
| Coefficiente de Determinação                          | $R^2$ = 0,7634                       |              | $R^2$ = 0,9103                       |              |
| Valor de F  | F = 47,5926****                      |              | F = 149,6643****                     |              |

\*\*\*\* Indica significância ao nível de 1%

\*\*\* Indica significância ao nível de 5%

\*\* Indica significância ao nível de 10%

\* Indica significância ao nível de 20%



É provável que as explicações apresentadas sobre a complementariedade entre os recursos terra, trabalho e capital em máquinas e implementos devam ser aceitas para as relações de produção de milho em Guaiara.

O Quadro 8 apresenta as estimativas dos coeficientes de regressão e outras estatísticas relevantes das equações escolhidas. Os valores de "t" indicam que no ajustamento II os coeficientes de regressão das variáveis sementes ( $b_4$ ) e "despesas de custeio" ( $b_6$ ) foram significativos ao nível de 1%, enquanto nos casos de fertilizantes ( $b_3$ ) e educação formal do operador ( $b_7$ ) só o foram, respectivamente, aos níveis 5 e 10%. No ajustamento V, o fator terra mostrou-se significativo ao nível de 1%, educação ao nível de 20% e as demais não o foram; apesar de "despesas de custeio" ter apresentado desvio-padrão inferior ao respectivo coeficiente de regressão. A instabilidade verificada nos coeficientes de  $X_4$  e  $X_6$  deve estar intimamente associada ao problema de correlação com  $X_1$ .

O Quadro 9 apresenta os coeficientes de correlação simples entre as variáveis consideradas nos ajustamentos II e V. De sua análise, verifica-se que dos fatores considerados em II, os mais fortemente correlacionados com a produção de milho são: "despesas de custeio" ( $X_6$ ) e sementes ( $X_4$ ). Em V, é o fator terra ( $X_1$ ). Observa-se também que os coeficientes de correlação apresentam-se elevados entre  $X_1 - X_4$  e  $X_1 - X_6$ . Como sugerido anteriormente, verifica-se realmente a existência do problema de multicolinearidade entre as variáveis incluídas em V. Mesmo no ajustamento II, aparentemente sem esse problema, alguns coeficientes de regressão devem estar superestimados. É o caso, por exemplo, do coeficiente de regressão de sementes ( $X_4$ ) e

"despesas de custeio" ( $X_6$ )<sup>37/</sup>.

Quadro 9. Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Consideradas nas Equações Seleccionadas para Estimar Relações de Produção de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guaiúra, Estado de São Paulo.

|           | log Y | log $X_1$ | log $X_3$ | log $X_4$ | log $X_6$ | log $X_7$ |
|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| log Y     | 1,00  | 0,95      | 0,72      | 0,76      | 0,81      | 0,22      |
| log $X_1$ |       | 1,00      | 0,76      | 0,81      | 0,83      | 0,17      |
| log $X_3$ |       |           | 1,00      | 0,66      | 0,66      | 0,20      |
| log $X_4$ |       |           |           | 1,00      | 0,71      | 0,10      |
| log $X_6$ |       |           |           |           | 1,00      | 0,08      |
| log $X_7$ |       |           |           |           |           | 1,00      |

No ajustamento II, os valores das elasticidades parciais de produção apresentados no Quadro 8 permitem concluir que, em condições "coete ris paribus", acréscimos da ordem de 10% na quantidade empregada dos fatores fertilizantes ( $X_3$ ), sementes ( $X_4$ ) e "despesas de custeio" ( $X_6$ ) resultariam, respectivamente, em aumentos aproximados de 1,2%, 2,6% e 2,9% no valor da produção de milho.

<sup>37/</sup> Veja o Quadro 18 do Apêndice 5.

Para o ajustamento V, êsses valores seriam, respectivamente, da ordem de 10%, -0,2% e 0,5% para os fatores área cultivada ( $X_1$ ), sementes ( $X_4$ ) e "despesas de custeio" ( $X_6$ ). Conseqüentemente, as variáveis  $X_4$  e  $X_6$  apresentam coeficientes muito instáveis. A julgar, porém, pelos resultados estatísticos as melhores estimativas desses parâmetros são as obtidas em II.

Os resultados analisados no Quadro 8 sugerem ainda que os fatores considerados estão sendo utilizados no estágio racional do processo produtivo, apesar do valor estimado para a elasticidade de produção de terra cultivada.

Da análise do Quadro 10, onde são apresentados os valores dos produtos médios e marginais (com base nas médias geométricas) e as relações entre os valores dos produtos marginais e respectivos preços, conclusões importantes podem ser obtidas quanto ao uso dos fatores.

O valor do produto marginal do insumo fertilizantes ( $X_3$ ) indica que, mantidos constantes os demais, a inversão adicional de um cruzeiro neste fator, aumentaria o valor da produção de milho em Cr\$ 1,06. Por outro lado, a relação  $VPM_{X_3}/P_{X_3}$  revela que o insumo encontra-se por volta do nível "ótimo", não sendo, portanto, aconselhável modificar o uso atual.

À margem, sementes melhoradas ( $X_4$ ) apresentam um valor de produto tal que um cruzeiro adicional investido neste fator, aumentaria a renda dos produtores de milho em Cr\$ 11,57. Admitindo o custo deste insumo em Cr\$ 1,17, recomenda-se que o uso de sementes melhoradas seja fortemente incrementado. Como sugerido anteriormente, êsse resultado pode estar superestimado. Todavia, mesmo considerando que a menor estimativa para a

elasticidade de produção fôsse a oferecida pelo ajustamento IV do Apêndice 5 ( $b_4 = 0,0980$ ), ainda assim, deveria ser efetuado considerável aumento no uso dêste insumo moderno.

Quadro 10. Valor do Produto Médio, Valor do Produto Marginal e Relação entre os Valores dos Produtos Marginaise os Prêços dos Insumos Considerados para Estimar Relações de Produção de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guaíra, Estado de São Paulo.

| Variáveis  | Valor do Produto Médio | Valor do Produto Marginal | Prêço dos Insumos <sup>a/</sup> | $VPMa_{xi}/P_{xi}$ |
|--|------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Área Cultivada com milho ( $X_1$ ), em Cr\$/ha <sup>b/</sup>               | 383,68                 | 395,34                    | 107,00                          | 3,69               |
| Fertilizantes ( $X_3$ ), em Cr\$/Cr\$ <sup>c/</sup>                        | 8,97                   | 1,06                      | 1,07                            | 0,99               |
| Sementes ( $X_4$ ), em Cr\$/Cr\$ <sup>c/</sup>                             | 44,61                  | 11,57                     | 1,17                            | 9,89               |
| "Despesas de Custeio" ( $X_6$ ), em Cr\$/Cr\$ <sup>c/</sup>                | 20,65                  | 5,90                      | 1,17                            | 5,04               |
| Educação Formal do Operador ( $X_7$ ), em Cr\$/ano de escola <sup>c/</sup> | 3.136,16               | 373,83                    | -                               | -                  |

a/ A determinação dos prêços dos insumos é apresentada no Apêndice 7.

b/ Única Variável incluída no ajustamento V que se mostrou estatisticamente significativa.

c/ Valores calculados a partir do ajustamento II.

Com relação a "despesas de custeio" ( $X_5$ ), o valor do produto marginal de Cr\$ 5,90 indica que, "coeteris paribus", um cruzeiro adicional empatado nesta forma de capital circulante determinaria aumento substancial na renda dos produtores. Conseqüentemente, a relação entre o valor do produto marginal e o respectivo preço ( $VP_{x_5}/P_{x_5}$ ) sugere que inversões adicionais em "despesas de custeio" deveriam ser efetuadas.

Admitindo, também, que tal inferência esteja superestimada e que o menor valor significativo para a elasticidade parcial de produção fôsse 0,0996, obtido em I, permanece válida a conclusão.

Ao contrário do que aconteceu para Jardinópolis, a variável educação formal do operador mostrou-se significativa ao nível de 10% de probabilidade. Tal fato evidencia, com maior segurança, que o nível educacional dos produtores do município de Guaíra influe positivamente sobre a produção de milho.

Evidentemente, a variável área cultivada com milho ( $X_1$ ) merece algumas considerações especiais. A julgar pelos resultados apresentados no Quadro 8, a elasticidade parcial de produção deste fator, isto é, 1,03, não difere estatisticamente da unidade<sup>38/</sup>. Assim sendo, o uso de terra estaria no limite do I para o II estágio de produção. Mesmo admitindo que Cr\$107,00/hectare esteja subestimando o verdadeiro valor do arrendamento, conviria aumentar a área em cultivo. Todavia, é importante lembrar que o valor do

$$\frac{38/}{t} = \frac{\hat{b}_1 - 1}{sb_1} = \frac{1,03 - 1}{0,106} = 0,283$$

produto marginal deve estar bastante superestimado, "incorporando" o efeito de outros fatores "complementares" à terra. Ver quadro 10.

Algumas considerações a respeito do uso do fator trabalho humano ( $X_2$ ) podem ser feitas comparando os resultados das "despesas de custeio" ( $X_6$ ) e "despesas de custeio" inclusive mão-de-obra ( $X_9$ ).

Analisando os ajustamentos apresentados no Quadro 16 do Apêndice 5 e admitindo que uma estimativa menos tendenciosa da elasticidade de produção de "despesas de custeio" inclusive mão-de-obra seja 0,5125, o valor do produto marginal seria Cr\$ 1,10. Ora, sendo o preço de cada cruzeiro investido nesta forma de capital igual a Cr\$ 1,17, conclui-se que o nível atual de uso está muito próximo do "ótimo". Comparando-se esta inferência com a que foi feita da análise de "despesas de custeio", somente, é possível que o uso atual do insumo trabalho humano esteja além do nível economicamente recomendado pela teoria da produção. Contudo, este é um ponto que deve ser melhor analisado em futuras pesquisas, sendo idêntica sugestão transferível, também, para o uso do fator terra.

Embora não figurando nos ajustamentos selecionados, máquinas e implementos agrícolas ( $X_5$ ) parecem estar positivamente relacionados com a produção de milho. A julgar pelos resultados do Quadro 16 no Apêndice 5, essa relação seria estatisticamente significativa ao nível de 1%.

Pelas mesmas razões apresentadas para Jardinópolis, as taxas marginais de substituição e o nível "ótimo" de uso dos fatores produtivos não foram calculados no município de Guaira.

C A P Í T U L O    V

RESUMO E CONCLUSÕES

Resumo.

O principal objetivo desta pesquisa foi estimar uma função de produção de milho para o município de Jardinópolis e outra para o de Guaíra. A partir dessas funções foram perseguidos os seguintes objetivos específicos:

(1) estimar as produtividades médias e marginais de recursos produtivos empregados na produção de milho;

(2) determinar a natureza dos rendimentos à escala;

(3) estimar a "ótima" alocação dos insumos convencionais sob as condições de preços prevalecentes na época do estudo;

(4) calcular as taxas marginais de substituição entre os fatores de produção;

(5) proceder a uma interpretação econômica dos resultados tendo em vista explorar as possibilidades de mudança;

(6) estimar a contribuição da educação formal do operador e das atividades de extensão rural à produção.

A informação básica analisada na pesquisa foi obtida através de entrevistas diretas com os agricultores de uma amostra ao acaso extraída do rol de proprietários cadastrados no INCRA, nos municípios de Jardinópolis e Guaíra. A amostra era constituída de 74 observações para o município de Jardinópolis e 80 para o de Guaíra, referentes ao ano agrícola 1969/70. Todavia, dada a incoerência das informações de alguns questionários e como alguns proprietários não cultivavam milho em escala comercial, a pesquisa



baseou-se em 60 observações para Jardinópolis e 64 para Guairá.

Dois modelos econométricos foram testados:

(a) Linear, cuja forma geral é

$$Y = a + \sum_{i=1}^9 b_i X_i + e$$

(b) Cobb-Douglas, de forma geral

$$Y = a \cdot \prod_{i=1}^9 X_i^{b_i} \cdot E$$

onde:

$Y$  = valor da produção de milho, em Cr\$

$X_1$  = área cultivada com milho, em hectares

$X_2$  = trabalho humano, em dias-homens

$X_3$  = fertilizantes, em Cr\$

$X_4$  = sementes, em Cr\$

$X_5$  = máquinas e implementos agrícolas, em Cr\$

$X_6$  = "despesas de custeio", em Cr\$

$X_7$  = educação formal do operador, em anos de escola

$X_8$  = extensão rural, em número de contatos

$X_9$  = "despesas de custeio" inclusive mão-de-obra, em Cr\$.

$e, E$  = erros

Para o município de Guairá não se analisou a variável extensão rural porque não havia, no município, agente de extensão residente.

Visando a estimar as funções de produção que "melhor" representassem as relações fator-produto e se adaptassem aos objetivos da pesquisa, foram testados, separadamente, vinte e sete equações estimativas, sendo seis com o modelo linear e vinte e uma com o modelo Cobb-Douglas. Das equações testadas com o último modelo, treze foram para o município de Jardinópolis e oito para o de Guaiara. A seleção das "melhores" equações estimativas baseou-se nos seguintes critérios: (a) coerência dos resultados com os princípios que disciplinam as relações de produção; (b) significância estatística dos coeficientes de regressão; (c) valor dos coeficientes de correlação entre as variáveis independentes; (d) magnitude do coeficiente de determinação múltipla. O ajustamento das equações estimativas foi feito pelo método dos quadrados mínimos e a computação eletrônica das estatísticas originais realizada no Centro de Computação Eletrônica da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

Dois dos objetivos específicos da pesquisa, isto é, estimativa de taxas marginais de substituição entre fatores e determinação do nível "ótimo", não puderam ser alcançados em virtude da inferência a respeito da complementariedade entre fatores.

Em virtude do problema de multicolinearidade, duas equações foram selecionadas para cada município.

Em Jardinópolis foram as seguintes:

Ajustamento VII

$$\hat{Y} = 235,8 X_1^{0,8341} X_4^{0,0510} X_6^{0,1079} X_7^{0,0269} X_8^{0,0404}$$

$$(R^2 = 0,9549)$$

Ajustamento XIII

$$\hat{Y} = 2,3 X_3^{0,1960} X_4^{0,0689} X_7^{0,0051} X_8^{0,0274} X_9^{0,8122}$$

$$(R^2 = 0,9082)$$

Os valores das produtividades médias e marginais foram os seguintes:

|  | <u>Produtividades</u> |          | <u>Produtividades</u> |          |
|--|-----------------------|----------|-----------------------|----------|
|  | Média                 | Marginal | Média                 | Marginal |
| X <sub>1</sub> Área cultivada com milho (Cr\$/ha)                      | 437,09                | 364,58   | -                     | -        |
| X <sub>3</sub> Fertilizantes (Cr\$/Cr\$)                               | -                     | -        | 7,47                  | 1,46     |
| X <sub>4</sub> Sementes (Cr\$/Cr\$)                                    | 68,32                 | 3,48     | 68,32                 | 4,71     |
| X <sub>6</sub> "Despesas de Custeio" (Cr\$/Cr\$)                       | 24,57                 | 2,65     | -                     | -        |
| X <sub>7</sub> Educação Formal do Operador (Cr\$/ano de escola)        | 2.431,47              | 65,41    | 2.431,47              | 12,40    |
| X <sub>8</sub> Extensão Rural (Cr\$/contato)                           | 1.629,89              | 65,85    | 1.629,89              | 44,66    |
| X <sub>9</sub> "Despesas de Custeio" inclusive mão-de-obra (Cr\$/Cr\$) | -                     | -        | 2,26                  | 1,84     |

Em Guaira, as equações foram:

Ajustamento II

$$\hat{Y} = 124,8 X_3^{0,1177} X_4^{0,2593} X_6^{0,2855} X_7^{0,1192}$$

$$(R^2 = 0,7634)$$

Ajustamento V

$$\hat{Y} = 238,8 X_1^{1,0305} X_4^{-0,0175} X_6^{0,0454} X_7^{0,0612}$$

$$(R^2 = 0,9103)$$

Os seguintes valores de produtividades médias e marginais foram estimados:

|       |   | <u>Produtividades</u> |          |
|-------|---|-----------------------|----------|
|       |   | Média                 | Marginal |
| $X_1$ | Área Cultivada com Milho (Cr\$/ha)                  | 383,68                | 395,34   |
| $X_3$ | Fertilizantes (Cr\$/Cr\$)                           | 8,97                  | 1,06     |
| $X_4$ | Sementes (Cr\$/Cr\$)                                | 44,61                 | 11,57    |
| $X_6$ | "Despesas de Custeio" (Cr\$/Cr\$)                   | 20,65                 | 5,90     |
| $X_7$ | Educação Formal do Operador<br>(Cr\$/ano de escola) | 3.136,16              | 373,83   |

No ajustamento V de Guaira, as produtividades só foram calculadas para o fator terra, devido ao baixo nível de significância observado para os demais.

As indicações sôbre o uso atual dos insumos foram obtidas a partir da análise das relações  $VMa_{xi}/P_{xi}$ , sendo os preços de  $X_i$  os seguintes (Ver Apêndice 7):

|                        | Jardinópolis | Guaíra |
|------------------------|--------------|--------|
| $P_{X_1}$ , em Cr\$/ha | 87,00        | 107,00 |
| $P_{X_3}$ , em Cr\$    | 1,07         | 1,07   |
| $P_{X_4}$ , em Cr\$    | 1,17         | 1,17   |
| $P_{X_6}$ , em Cr\$    | 1,17         | 1,17   |
| $P_{X_9}$ , em Cr\$    | 1,17         | 1,17   |

### Conclusões

1. Como em estudos anteriores, o modelo proposto por Charles Cobb e Paul Douglas ajustou-se melhor ao processo produtivo de milho nos municípios de Jardinópolis e Guaíra, relativamente ao modelo Linear.

2. Os resultados sôbre os níveis médios de uso de fatores e do produto sugerem que os produtores de milho da área estudada operam em bases comerciais e estão acentuadamente voltados para o mercado. Aliás, esta é uma conclusão coerente com as características gerais de uma agricultura em que se vem intensificando um processo de formação de capital, objetivado em sentido mais amplo e não apenas restrito ao aumento da capacidade produtiva da empresa agrícola.

3. Em que pese as limitações inerentes ao próprio modelo econômico aliadas aos problemas estatísticos enfrentados nesta pesquisa, os resultados obtidos para diversos pares de relações fator-produto poderão ser úteis aos responsáveis pelas políticas de preço, crédito e assistência técnica à agricultura. Também os produtores de milho dos municípios estudados poderão e deverão ser beneficiados com algumas das recomendações sugeridas, especialmente aquelas que dizem respeito a certas inversões prioritárias e consistentes com a maximização do rendimento líquido da exploração.

4. A presença de elevados coeficientes de correlação entre diversos pares de variáveis sugere que alguns meios de produção se combinam em proporções mais ou menos fixas na cultura de milho, existindo, deste modo, a complementariedade entre esses fatores. Tal evidência foi comum aos dois municípios estudados mostrando-se de particular importância nos casos de terra em cultivo, trabalho humano e capital na forma de máquinas e implementos. Isto resultou, inclusive, na impossibilidade de serem alcançados alguns dos objetivos específicos deste estudo, como - por exemplo - a estimativa de taxas marginais de substituição entre os insumos convencionais.

5. Tudo indica que os insumos incluídos nas relações analisadas, isto é, área cultivada com milho, fertilizantes químicos, sementes melhoradas e despesas de custeio, estavam sendo utilizados no estágio racional das funções de produção de milho. Além disso, algumas mudanças importantes no uso médio atual de certos insumos deverão ser estimuladas. Com efeito, essas mudanças deveriam ser consideradas mais concretamente na formulação das políticas de crédito subsidiado e assistência técnica, desde que elas possam

ser desenvolvidas de forma coerente e simultânea.

6. Em Jardinópolis, as variações no valor da produção mostraram-se principalmente associadas ao uso dos fatores área cultivada, despesas de custeio inclusive mão-de-obra e fertilizantes. Em Guaíra, os fatores mais importantes para a determinação de variações no valor da produção foram, pela ordem, a área cultivada, as despesas de custeio excluindo mão-de-obra e sementes melhoradas.

7. As "melhores" estimativas para Jardinópolis sugerem a existência de rendimentos constantes à escala. Logo, inversões simultâneas e na mesma proporção nos fatores analisados resultariam em acréscimos de igual proporção no produto. Para Guaíra, a natureza dos rendimentos à escala indicada por um dos ajustamentos deve estar subestimada, pois insumos convencionais da maior relevância, como é o caso da terra e do trabalho humano, não puderam ser analisados. Infere-se, portanto, que também em Guaíra os rendimentos à escala devem ser constantes, o que foi apoiado pela análise do ajustamento alternativo em que se tenta medir o efeito da área cultivada.

8. Relativamente ao nível de uso atual dos fatores, em Jardinópolis os agricultores deveriam expandir a área cultivada, sementes melhoradas e capital na forma de despesas de custeio incluindo mão-de-obra. Inversões de maior vulto deveriam ser efetuadas em terra e sementes melhoradas. Neste município, o insumo fertilizantes estava sendo utilizado a níveis muito próximos do "ótimo". Em Guaíra, os insumos sementes, despesas de custeio e área cultivada deveriam ser incrementados, sendo, prioritárias as inversões em sementes melhoradas e custeio. Evidências indiretas sugerem que o fator

trabalho humano, por outro lado, deveria ter seu uso reduzido. Aqui também as inversões em fertilizantes eram feitas com a racionalidade proposta pela teoria econômica.

9. Em princípio, a conclusão anterior de que os fertilizantes químicos estão sendo alocados no nível "ótimo" nos dois municípios poderia ser julgada conflitante com a obtida por Nelson, de que nesses municípios o nível de adubação estava além do "ótimo"<sup>39/</sup>. Nesse sentido, convém observar que Nelson estimou relações em que o fator e o produto estavam relacionados à área em cultivo e, talvez por isso, os seus resultados não possam ser diretamente comparáveis aos obtidos neste trabalho. Aliás, nas equações do Apêndice 6, em que as variáveis foram expressas por hectare cultivado, as conclusões de Nelson sobre o uso de fertilizantes foram confirmadas. Por outro lado, as inferências desta pesquisa de que as inversões em fertilizantes estariam ao redor do nível "ótimo" tiveram forte apoio dos testes estatísticos. De qualquer maneira, tanto estas inferências, como as de Nelson, devem ser cuidadosamente analisadas para fins de políticas agrícolas objetivando, por exemplo, o aumento da produção de milho. Assim, a atual política de crédito agrícola, subsidiando fortemente os fertilizantes químicos, talvez possa ser questionada, principalmente se ela tiver também o objetivo de alocar racionalmente o crédito e o fator. Talvez uma política de preços mínimos mais altos para o produtor estimulasse com maior ênfase o uso não só dos insumos

---

<sup>39/</sup> W.C. Nelson, "An Economic Analysis of Fertilizer Utilization in Brazil". Unpublished Ph.D. Dissertation; Columbus: The Ohio State University, Dept. of Agricultural Economics and Rural Sociology, 1971.



modernos, mas também dos demais, porquanto a adoção de tal política certamente produziria aumentos nas funções de demanda de alguns dos fatores de produção. Até que ponto, porém, poderia o governo suportar os custos diretos e indiretos dessa política? Quais seriam os seus efeitos sobre a viabilidade técnica e econômica para a exportação de milho? E o que dizer de uma política de assistência técnica objetivando a expansão da área em cultivo e/ou da densidade média da cultura com sementes melhoradas? Admitindo que de fato existe a complementariedade entre fatores evidenciada em Jardinópolis e Guaiúra quais as implicações que adviriam, em cada caso, a curto e médio prazos? Em resumo, a conclusão a que se chega é que todos esses pontos deverão ser objeto de futuras pesquisas, especialmente se essas relações de produção forem válidas em outras áreas.

10. As relações fator-produto desta pesquisa não podem ser comparadas com as estimadas por Pellegrini, para o município de Itapetininga, e por Oliveira, para a região de Patos de Minas Gerais. É que, em sua maioria, as variáveis analisadas são diferentes. Comparações mais detalhadas podem ser feitas somente no caso dos fatores terra e mão-de-obra.

11. Como esperado, o nível de escolaridade do agricultor e a extensão rural contribuem positivamente para a produção de milho no município de Jardinópolis. Em Guaiúra, não foi possível estimar o efeito da extensão rural, mas, em contrapartida os investimentos em educação afetaram de forma mais acentuada o valor do produto. Esses resultados vêm confirmar - ainda que grosseiramente - a tese defendida por muitos economistas sobre a

influência dos chamados insumos não-convencionais nas funções de produção do setor agrícola<sup>40/</sup>.

12. Finalizando, deve ser novamente enfatizada a utilidade dos resultados e conclusões deste trabalho para os órgãos de assistência técnica e financeira à agricultura regional. Neste sentido, os programas de assistência técnica deveriam considerá-los e, se fôr o caso, difundí-los entre os agricultores dos municípios estudados. Simultaneamente, os órgãos responsáveis pelo crédito rural deveriam intensificar sua assistência aos agricultores para que eles possam promover as mudanças recomendadas no uso dos fatores.

Com base nesta experiência, o autor sugere também que em futuras pesquisas cuidado especial deva ser dedicado às variáveis mão-de-obra e maquinaria. E, em se tratando de pesquisas "não-agregadas", a coleta de dados primários deverá ser acompanhada "pari passu" pelo pesquisador, em cada uma das observações que venham a ser analisadas.

---

<sup>40/</sup> Ver, por exemplo, Zvi Griliches, op. cit. p. 961.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

Summary

The main objective of this study was to estimate a corn production function for the "municipio" (county) of Jardinópolis and another for the "municipio" of Guaíra. From these functions, the following specific objectives were pursued:

- (1) to estimate the average and marginal productivities of productive resources utilized in corn production;
- (2) to determine the returns to scale;
- (3) to estimate the "optimum" allocation of conventional inputs under the price terms prevailing at the time of the study;
- (4) to estimate the marginal rate of substitution between production factors;
- (5) to make an economic interpretation of the results in order to explore the possibilities of change;
- (6) to estimate the contribution of the farmer formal education and of the rural extension activities to production.

The basic information analyzed in this study was obtained through direct interviews with farmers of a random sample taken from a list of farmers registered at INCRA in the "municipios" of Jardinópolis and Guaíra. The sample was composed of 74 observations in the "municipio" of Jardinópolis and 80 in Guaíra, relative to the agricultural year 1969/70. However, in view of the inconsistency of the information contained in some of the

questionnaires and also the fact that some of the farmers did not grow corn on a commercial scale, the research was based on 60 observations for Jardínópolis and 64 for Guafira.

Two econometric models were tested:

(a) Linear, which general form is:

$$Y = a + \sum_{i=1}^9 b_i X_i + e$$

(b) Cobb-Douglas, which general form is:

$$Y = a \cdot \prod_{i=1}^9 X_i^{b_i} \cdot E$$

where:

$Y$  = value of corn production, in Cr $^{\$}$

$X_1$  = area planted to corn, in hectares

$X_2$  = human labor, in man/days

$X_3$  = fertilizers, in Cr $^{\$}$

$X_4$  = seeds, in Cr $^{\$}$

$X_5$  = agricultural machinery and equipment, in Cr $^{\$}$

$X_6$  = operating costs, in Cr $^{\$}$

$X_7$  = farmer formal education, in school years

$X_8$  = rural extension, in number of contacts

$X_9$  = operating costs, including labor, in Cr $^{\$}$

$e, E$  = errors

For Guafira the variable rural extension was not considered, since there is no extension agent living in this "municipio".

In order to estimate the production functions which "best" represent the factor-product relationships and were adapted to the objectives of the study, twenty seven equations were tested separately, six of which with the linear model and twenty-one with the Cobb-Douglas model. Thirteen of the equations tested with the latter model, were for the "município" of Jardinópolis and eight for the "município" of Guaiara. The choice of the "best" equations was based on the following criteria: (a) consistency of the results with the principles which rule the production relationships; (b) statistical significance of the regression coefficients; (c) value of the correlation coefficients between independent variables; (d) magnitude of the multiple determination coefficient. The adjustment of the estimate equations was made by the method of least squares and the electronic computation of the original statistical data was made at the "Centro de Computação Eletrônica" of the "Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

Two of the specific objectives of the study, that is, estimation of marginal rates of substitution between factors and the determination of the "optimum" level could not be reached in view of the inference referring to the complementarity among factors.

Because of the problem of multicollinearity two equations were selected for each "município".

For Jardinópolis they were as follows:

Adjustment VII

$$\hat{Y} = 235,8 X_1^{0,8341} X_4^{0,0510} X_6^{0,1079} X_7^{0,0269} X_8^{0,0404}$$

$$(R^2 = 0,9549)$$

Adjustment XII

$$\hat{Y} = 2,3 X_3^{0,1960} X_4^{0,0689} X_7^{0,0051} X_8^{0,0274} X_9^{0,8122}$$

$$(R^2 = 0,9082)$$

The values of the average and marginal productivities were as follows:

|  | <u>Productivities</u> |          | <u>Productivities</u> |          |
|--|-----------------------|----------|-----------------------|----------|
|  | Average               | Marginal | Average               | Marginal |
| X <sub>1</sub> Area planted to corn (C¢/ha)                | 437,09                | 364,58   | --                    | --       |
| X <sub>3</sub> Fertilizers (C¢/C¢)                         | --                    | --       | 7,47                  | 1,46     |
| X <sub>4</sub> Seeds (C¢/C¢)                               | 68,32                 | 3,48     | 68,32                 | 4,71     |
| X <sub>6</sub> Operating Costs (C¢/C¢)                     | 24,57                 | 2,65     | --                    | --       |
| X <sub>7</sub> Farmer's Formal Education (C¢/school years) | 2.431,47              | 65,41    | 2.431,47              | 12,40    |
| X <sub>8</sub> Rural Extension (C¢/contact)                | 1.629,89              | 65,85    | 1.629,89              | 44,66    |
| X <sub>9</sub> Operating costs, including labor (C¢/C¢)    | --                    | --       | 2,26                  | 1,84     |

For Guafra, the equations were:

Adjustment II

$$\hat{Y} = 124,8 X_3^{0,1177} X_4^{0,2593} X_6^{0,2855} X_7^{0,1192}$$

$$(R^2 = 0,7634)$$

Adjustment V

$$\hat{Y} = 238,8 \quad X_1^{1,0305} \quad X_4^{-0,0175} \quad X_6^{0,0454} \quad X_7^{0,0612}$$

$$(R^2 = 0,9103)$$

The following average and marginal productivity values were estimated:

|       |   | <u>Productivities</u> |          |
|-------|---|-----------------------|----------|
|       |   | Average               | Marginal |
| $X_1$ | Area planted to corn (Cr\$/ha)                | 383,68                | 395,34   |
| $X_3$ | Fertilizers (Cr\$/Cr\$)                       | 8,97                  | 1,06     |
| $X_4$ | Seeds (Cr\$/Cr\$)                             | 44,61                 | 11,57    |
| $X_6$ | Operating Costs (Cr\$/Cr\$)                   | 20,65                 | 5,90     |
| $X_7$ | Farmer's Formal Education (Cr\$/school years) | 3.136,16              | 373,83   |

In the adjustment V for Guaíra, the productivities were only calculated for land due to the low level of significance observed for the others.

The results about the present use of inputs were obtained from the analysis of the relations  $VP_{Ma_{xi}}/P_{xi}$ , the prices of  $X_i$  being as follows (See Appendix 5):



|                        | Jardinópolis | Guaíra |
|------------------------|--------------|--------|
| $P_{X_1}$ , in Cr\$/ha | 87,00        | 107,00 |
| $P_{X_3}$ , in Cr\$    | 1,07         | 1,07   |
| $P_{X_4}$ , in Cr\$    | 1,17         | 1,17   |
| $P_{X_6}$ , in Cr\$    | 1,17         | 1,17   |
| $P_{X_9}$ , in Cr\$    | 1,17         | 1,17   |

### Conclusions

1. As in previous studies, the model proposed by Charles Cobb and Paul Douglas was better adjusted to the productive process of corn in the "municipios" of Jardinópolis and Guaíra, in relation to the linear model.

2. The findings about the average levels of factor use and product suggest that the corn producers of the area under study operate on a commercial basis and are market oriented. This conclusion is consistent with the general characteristics of an agriculture which emphasizes the capital formation process in a wider sense, not only restricted to the productive capacity of the farm.

3. Despite of the limitations inherent to the econometric model itself as well as the statistical problems faced in this study, the

results obtained for several pairs of factor-product relationships may be useful to the policy-makers in the areas of price, credit and technical assistance to agriculture. Also, the corn producers in the "municipios" under study can and should benefit by some of the suggested recommendations, especially those related to certain priority investments and consistent with maximization of the farm net return.

4. The presence of high correlation coefficients between several pairs of variables suggests that some production resources combine in more or less fixed proportions in corn growing, and thus there exists complementarity among these factors. Such evidence was found in both "municipios", and was of particular importance in the case of cultivated land, human labor and capital in the form of machinery and equipment. As a result, some of the specific objectives of this study could not be reached, as for example, the estimation of the marginal rate of substitution between conventional inputs.

5. Everything indicates that the inputs included in the relationships analyzed, that is, area planted to corn, chemical fertilizers, improved seeds and operating costs, were being utilized in the rational stage of the corn production functions. Furthermore, some important changes in the present average use of inputs should be stimulated. Indeed, these changes should be considered mainly the subsidized credit and technical assistance policy making, provided they can be developed in a consistent and simultaneous form.

6. In Jardinópolis, the variations in production values were associated mainly with the use of the factors cultivated area, operating costs including labor and fertilizers. In Guaíra, the most important factors for the determination of variations in production value were cultivated area, operating costs excluding labor, and improved seed.

7. The "best" estimates for Jardinópolis suggest that there are constant returns to scale. Therefore, simultaneous investments and in the same proportion in the resources considered would result in increases of the same proportion in the product. For Guaíra, the nature of the returns to scale indicated by one of the adjustments may be underestimated, since conventional inputs of the greatest relevance could not be analyzed. It is inferred, therefore, that also in Guaíra the returns to scale are constant, and this was supported by the analysis of the alternate adjustment in which an attempt is made to measure the effect of cultivated area.

8. With regard to the level of present use of resources, in Jardinópolis the farmers should expand the cultivated area, improved seed and capital in the form of operating costs including labor. Greater investments should be made in land and improved seeds. In this "município", fertilizer was being utilized at levels very close to the "optimum". In Guaíra, the use of the inputs seeds, operating costs and cultivated area should be incremented, and priority should be given to investments in improved seeds and operating costs. On the other hand, indirect evidences suggest that the use of the factor human labor should be reduced. In this

"município", also, the investments in fertilizers were made with the rationality proposed by the economic theory.

9. The previous conclusion that chemical fertilizers are being allocated at the "optimum" level in both "municípios" might seem to be in conflict with the conclusion drawn by Nelson, that in these "municípios" the level of fertilizer use was beyond "optimum"<sup>39/</sup>. In this regard, it should be noted that in the relations estimated by Nelson the factor and the product were related to the cultivated area, and for this reason his results may not be directly comparable to those obtained in this study. By the way, the equations presented in the Appendix 6, in which the variables were related to cultivated area, confirm the conclusions drawn by Nelson about the use of fertilizers. On the other hand, the inferences of this research that the investments on fertilizers are close to the "optimum" level were strongly supported by statistical tests. Anyway, these inferences, as well as those drawn by Nelson should be carefully analyzed by the agricultural policy makers with a view, for example, to increase corn production. Thus, present agricultural credit policy which strongly subsidizes chemical fertilizers, may be questionable, mainly if it also aims to rationally allocate the credit and the factor. A policy of higher minimum prices for the producers might stimulate with a greater emphasis

---

<sup>39/</sup> W.C. Nelson, "An Economic Analysis of Fertilizer Utilization in Brazil". Unpublished Ph.D. Dissertation; Columbus: The Ohio State University, Dept. of Agriculture Economics and Rural Sociology, 1971.

the use not only of modern inputs, but other inputs as well since the adoption of such a policy undoubtedly would bring about increases in the demand functions of some production factors. However, to what extent, could the government support the direct and indirect costs of such a policy? What would be its effects on the technical and economical feasibility of corn export? And what about a policy of technical assistance aimed at expanding the cultivated area and/or average density of the crop with improved seeds? Assuming that there is actually the complementarity between factors which was evidenced in Jardinópolis and Guaíra, what would be the short and long-run implications which would forthcome in each case? In brief, we conclude that all of these points should be the object of further research, especially if these production relations are valid in other areas.

10. The factor-product relations considered in this research cannot be compared to those estimated by Pellegrini for the "municipio" of Itapetininga, and by Oliveira for the region of Patos de Minas Gerais, since most of the variables analyzed are different. Comparisons can only be made in the case of the labor.

11. As anticipated, the level of formal education on the farmer and the rural extension make a positive contribution to corn production in the "municipio" of Jardinópolis. In Guaíra, it was impossible to estimate the effect of rural extension. However, investments on education affected product value. These results support, although roughly,

the assumption defended by many economists about the influence of the so called non-conventional inputs on the production functions of the agricultural sector<sup>40/</sup>.

12. Once again, emphasis should be given to the usefulness of the results and conclusions of this work for the agencies providing technical and financial assistance to regional agriculture. These results and conclusions should be considered in the technical assistance programs and, as the case may be, disseminated among farmers located in the "municipios" studied. Simultaneously, the agencies responsible for agricultural credit should intensify their assistance to farmers so that they may make the recommended changes relative to the use of factors.

Based on this experience, the author suggests that in future researches special attention should be given to the variables labor and machinery. In the case of "non-aggregated" researches, the collection of primary data should be accompanied "pari passu" by the researcher.

---

<sup>40/</sup> See, for example, Zvi Griliches, op. cit., p. 961

B I B L I O G R A F I A

- ALLEN, R.G.D. Análise Matemática Para Economistas. Rio de Janeiro: Editô-  
ra Fundo de Cultura, Volume 2, 1965.
- ARAÚJO, Paulo F. Cidade. "Aspectos da Utilização e Eficiência do Crédito e  
de Alguns Fatores de Produção na Agricultura, Itapetininga-Guareí, Esta-  
do de São Paulo". Tese de Doutorado; Piracicaba: Universidade de  
São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1969.
- BARROSO, Nilo A. "Análise do Uso e Distribuição dos Recursos nas Zonas de  
Meia Ponte e Mato Grosso de Goiás, Goiás - Ano Agrícola 1966/67". Tese  
de M.S.; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1968.
- COX, Roy Raymond. "Análise da Distribuição dos Recursos Através da Função de  
Produção da Região Cacaueira do Estado da Bahia, Safra 1963/64". Tese  
de M.S.; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1965.
- DRAPER, N.R. and SMITH, H. Applied Regression Analysis. New York: John  
Wiley & Sons, Inc., 1966.
- ENGLER, Joaquim J.de Camargo. "Análise da Produtividade de Recursos na Agri-  
cultura". Tese de Doutorado; Piracicaba: Universidade de São Paulo,  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1968.
- ENGLER, J.J. de Camargo, ZAGATTO, Alcides G. e ARAÚJO, Paulo F.Cidade. "Pro-  
dutividade de Recursos e Rendimento Ótimo da Lavoura Canavieira, Refe-  
rentes a Proprietários, Arrendatários e Parceiros em Piracicaba". Mate-  
riais de Ensino para Reforma Agrária, nº 4; Piracicaba: IICA-CIRA, 1965.



FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - F.A.O. Production Year Book. Volume 22, 1968.

FUNDAÇÃO IBGE. Anuário Estatístico do Brasil, 1969.

FUNDAÇÃO IBGE. Censo Agrícola de 1960 - São Paulo. VII Recenseamento Geral do Brasil, 1967.

GIRAO, José A. A Função de Produção de Cobb-Douglas e a Análise Inter-Regional da Produção Agrícola. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, Centro de Estudos de Economia Agrária, 1965.

GRILICHES, Zvi. "Research Expenditures, Education and the Aggregate Agricultural Production Function". American Economic Review. Volume LIV, nº 6, 1965.

HEADY, Earl O. Economics of Agricultural Production and Resource Use. New York: Prentice Hall, 1952.

HEADY, Earl O. e DILLON, John L. Agricultural Production Functions. Ames: The Iowa State University Press, 1966.

HOEL, Paul G. Estatística Elementar. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1968.

HOPPER, W.D. "Allocative Efficiency in a Traditional Indian Agriculture". Journal of Farm Economics, Volume 47, nº 3. Agosto, 1965.

JOHNSTON, J. Econometric Methods. New York: MacGraw-Hill Book Company, Inc. 1963.

JUNQUEIRA, Antônio A.B. "Análise Econômica de Uma Função de Produção de Fumo, em Ubá, Estado de Minas Gerais, 1961". Série Técnica, Boletim nº 4; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, Instituto de Economia Rural, 1964.

LEFTWICH, Richard H. O Sistema de Prêços e a Alocação de Recursos. São Paulo: Livraria Pioneira Editôra, 1971.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Escritório de Estatística, Análises e Estudos Econômicos. Agro-Econômico - Ano I, nº 1. Janeiro-junho, 1969.

NELSON, William C. "A Prática de Adubação em Guaíra, Jardinópolis e Sales de Oliveira, Estado de São Paulo". Notas de Pesquisa nº 1-P, Série A; Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Ciências Sociais Aplicadas. Projeto Formação de Capital. Dezembro, 1970.

\_\_\_\_\_. "Comercialização de Fertilizantes". Notas de Pesquisa nº 3-P, Série A; Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Ciências Sociais Aplicadas. Projeto Formação de Capital. Maio, 1971.

NELSON, William C. "An Economic Analysis of Fertilizer Utilization in Brazil".

Unpublished Ph.D. Dissertation; Columbus: The Ohio State University,  
Dept. of Agricultural Economics and Rural Sociology, 1971.

OLIVEIRA, Evonir Batista de. "Análise Econômica de uma Função de Produção de Milho na Região de Patos de Minas Gerais, Minas Gerais - Ano Agrícola 1964/65". Tese de M.S.; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1966.

PATRICK, George F. e KEHRBERG, Earl W. "Educação e Desenvolvimento Agrícola em Cinco Áreas da Região Leste do Brasil". Experientiae. Volume 11, nº 4. Fevereiro, 1971.

PELLEGRINI, Luiz M. "Uma Função de Produção para Milho - Município de Itapeatinga, São Paulo, 1968/69". Agricultura em São Paulo. Ano XVI, nº 5/6. Maio e Junho, 1969.

PERROCO, Leda R. e Outros. "Aspectos Econômicos da Agricultura na Região de Ribeirão Preto, Ano Agrícola 1969/70". Em fase de Publicação; Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Ciências Sociais Aplicadas. Projeto Formação de Capital, 1971.

SECRETARIA DA AGRICULTURA (CATI). "Plano Regional de Assistência Técnica à Agricultura". Divisão Regional Agrícola de Ribeirão Preto, Volume I, 1968.

SPIEGEL, Murray R. Estatística. Coleção Schaum; Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1967.

TEIXEIRA FILHO, Antônio R. "Análise da Produtividade Marginal dos Recursos Agrícolas em Dois Municípios do Estado de Minas Gerais - Ituiutaba e Caratinga - Ano Agrícola 1961/62". Tese de M.S.; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1964.

TEIXEIRA, T. Dias e OLIVEIRA, Evonir Batista de. "Análise Econômica da Produção de Arroz, Itumbiara, Goiás, 1966/67". Revista Ceres-Separata. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Janeiro-março, 1970.

VEIGA, Alberto. "Use and Productivity of Agriculture Resources Jaguariuna County, São Paulo, Brazil". Tese de M.S.; Lafayette: Purdue University, 1965.

ZAGATTO, Alcides G., BRANDT, Sérgio A. e MORAES FILHO, José M. "Estimativas de Produtividade de Recursos na Lavoura Canavieira em Piracicaba, Estado de São Paulo". Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Economia, 1965.

A P Ê N D I C E 1

Informação básica para o Município  
de Jardinópolis

Informação Básica Utilizada na Estimativa de Relações de Produção de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo.

| X <sub>1</sub>           | X <sub>2</sub>                | X <sub>3</sub>       | X <sub>4</sub>  | X <sub>5</sub>                          | X <sub>6</sub>               | X <sub>7</sub>                               | X <sub>8</sub>                  | Y                                 |
|--------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------|---|------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------------|
| Área Cultivada com Milho | Trabalho humano (dias-homens) | Fertilizantes (Cr\$) | Sementes (Cr\$) | Máquinas e Implementos Agrícolas (Cr\$) | "Despesas de Custeio" (Cr\$) | Educação Formal do Operador (anos de escola) | Extensão Rural (Nº de contatos) | Valor da Produção de Milho (Cr\$) |
| 19,36                    | 475                           | 1.400,00             | 200,00          | 1.797,77                                | 326,40                       | 5  | 6                               | 15.300,00                         |
| 125,84                   | 2.351                         | 7.200,00             | 1.320,00        | 11.685,50                               | 1.854,26                     | 15   | 3                               | 66.300,00                         |
| 24,20                    | 625                           | 3.600,00             | 375,00          | 2.201,07                                | 2.277,40                     | 17   | 12                              | 18.360,00                         |
| 60,50                    | 407                           | 6.755,00             | 600,00          | 6.657,93                                | 1.584,97                     | 12   | 36                              | 32.640,00                         |
| 19,36                    | 574                           | 800,00               | 225,00          | 1.447,34                                | 615,36                       | 5  | 1                               | 8.670,00                          |
| 6,05                     | 274                           | 123,00               | 1,00            | 68,67                                   | 1,00                         | 2  | 1                               | 1.071,00                          |
| 19,36                    | 317                           | 576,00               | 200,00          | 1.720,33                                | 310,00                       | 1  | 6                               | 6.936,00                          |
| 121,00                   | 3.151                         | 14.300,00            | 1.500,00        | 6.302,64                                | 3.071,18                     | 1  | 88                              | 81.600,00                         |
| 7,26                     | 257                           | 505,00               | 50,00           | 102,18                                  | 101,71                       | 3  | 1                               | 3.060,00                          |
| 150,04                   | 2.025                         | 11.000,00            | 1.250,00        | 13.558,44                               | 4.373,48                     | 1  | 2                               | 51.000,00                         |
| 99,22                    | 1.422                         | 3.450,00             | 1,00            | 6.387,50                                | 1.162,00                     | 5  | 58                              | 23.460,00                         |
| 19,36                    | 286                           | 1.008,00             | 200,00          | 1.481,99                                | 544,00                       | 17   | 4                               | 9.792,00                          |
| 33,88                    | 406                           | 1.974,00             | 300,00          | 886,92                                  | 1.320,00                     | 3  | 4                               | 15.300,00                         |
| 4,84                     | 180                           | 340,00               | 40,00           | 645,06                                  | 50,00                        | 2  | 5                               | 2.550,00                          |
| 3,63                     | 53                            | 600,00               | 50,00           | 337,08                                  | 225,00                       | 1  | 1                               | 2.040,00                          |
| 7,26                     | 162                           | 226,26               | 45,00           | 674,19                                  | 42,84                        | 1  | 2                               | 2.346,00                          |
| 2,42                     | 125                           | 1,00                 | 1,00            | 224,72                                  | 146,00                       | 2  | 3                               | 1.101,00                          |
| 2,42                     | 73                            | 110,00               | 25,00           | 117,22                                  | 27,27                        | 5  | 1                               | 958,00                            |

Apêndice 1. Continuação

| X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> | X <sub>8</sub> | Y         |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|
| 12,10          | 368            | 1.430,00       | 300,00         | 1.370,49       | 479,60         | 5              | 5              | 7.038,00  |
| 108,90         | 1.598          | 14.000,00      | 1,00           | 10.112,46      | 3.398,22       | 1              | 4              | 48.960,00 |
| 96,80          | 1.624          | 5.640,00       | 1.000,00       | 7.675,79       | 2.776,60       | 2              | 48             | 46.920,00 |
| 72,60          | 1.140          | 8.682,00       | 625,00         | 2.825,79       | 1.141,40       | 9              | 5              | 44.625,00 |
| 113,74         | 2.303          | 12.032,00      | 789,00         | 3.134,26       | 2.610,85       | 4              | 70             | 82.507,00 |
| 96,80          | 2.161          | 7.500,00       | 450,00         | 1.941,33       | 3.569,20       | 9              | 130            | 40.800,00 |
| 16,94          | 788            | 900,00         | 175,00         | 329,20         | 310,00         | 5              | 1              | 5.803,00  |
| 12,10          | 446            | 720,00         | 125,00         | 33,92          | 401,64         | 5              | 3              | 4.080,00  |
| 52,03          | 873            | 4.680,00       | 500,00         | 6.206,06       | 3.306,63       | 4              | 20             | 28.560,00 |
| 72,60          | 2.652          | 4.200,00       | 750,00         | 8.352,63       | 1.668,00       | 14             | 36             | 35.700,00 |
| 4,84           | 178            | 198,00         | 34,00          | 449,37         | 138,71         | 3              | 5              | 1.632,00  |
| 87,12          | 881            | 14.745,00      | 725,00         | 4.708,14       | 2.274,18       | 6              | 1              | 39.984,00 |
| 72,60          | 2.375          | 7.500,00       | 750,00         | 3.610,74       | 4.591,16       | 12             | 50             | 32.334,00 |
| 36,30          | 1.371          | 2.000,00       | 375,00         | 1.700,08       | 1.007,42       | 3              | 12             | 22.440,00 |
| 7,26           | 269            | 120,00         | 75,00          | 94,47          | 6,64           | 3              | 10             | 1.836,00  |
| 9,68           | 222            | 692,00         | 125,00         | 797,83         | 46,00          | 3              | 12             | 3.876,00  |
| 55,66          | 1.893          | 2.592,00       | 459,00         | 2.995,96       | 1.745,62       | 2              | 10             | 15.300,00 |
| 8,47           | 300            | 252,00         | 1,00           | 372,20         | 42,75          | 1              | 1              | 4.590,00  |
| 31,46          | 501            | 2.486,00       | 300,00         | 2.424,80       | 30,94          | 12             | 10             | 10.098,00 |
| 7,26           | 171            | 150,00         | 125,00         | 638,61         | 98,30          | 3              | 3              | 5.100,00  |
| 24,20          | 324            | 1.400,00       | 250,00         | 1.654,72       | 844,00         | 1              | 2              | 11.240,00 |
| 29,04          | 762            | 3.750,00       | 300,00         | 1.972,02       | 933,18         | 4              | 12             | 22.950,00 |

Apêndice 1. Continuação

| X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> | X <sub>8</sub> | Y         |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|
| 13,31          | 364            | 1.440,00       | 150,00         | 1.887,36       | 214,26         | 5              | 2              | 10.200,00 |
| 2,42           | 50             | 106,50         | 6,25           | 122,49         | 30,00          | 4              | 1              | 510,00    |
| 21,78          | 466            | 92,00          | 450,00         | 874,23         | 1.377,78       | 19             | 7              | 15.300,00 |
| 169,40         | 4.499          | 12.320,00      | 1.600,00       | 7.690,37       | 3.412,20       | 3              | 3              | 75.990,00 |
| 157,30         | 3.167          | 13.780,00      | 1.375,00       | 8.781,04       | 5.167,90       | 1              | 2              | 51.000,00 |
| 16,94          | 710            | 644,00         | 150,00         | 2.150,00       | 376,24         | 4              | 25             | 10.200,00 |
| 16,94          | 311            | 1.250,00       | 203,00         | 1.573,05       | 294,70         | 1              | 1              | 7.629,00  |
| 38,72          | 886            | 2.304,00       | 320,00         | 953,15         | 1.476,78       | 3              | 4              | 15.300,00 |
| 2,42           | 89             | 200,00         | 25,00          | 7,56           | 1,43           | 3              | 1              | 999,00    |
| 4,84           | 300            | 330,00         | 75,00          | 49,51          | 86,20          | 9              | 50             | 2.774,00  |
| 104,06         | 1.075          | 5.200,00       | 1.350,00       | 9.663,00       | 5.452,00       | 1              | 1              | 32.640,00 |
| 3,63           | 189            | 370,00         | 32,00          | 252,43         | 210,00         | 5              | 4              | 1.224,00  |
| 9,68           | 320            | 605,00         | 30,00          | 592,95         | 88,43          | 5              | 1              | 3.264,00  |
| 6,05           | 191            | 265,00         | 75,00          | 253,21         | 1,00           | 1              | 5              | 1.632,00  |
| 9,20           | 225            | 810,00         | 50,00          | 321,35         | 64,94          | 1              | 3              | 2.040,00  |
| 29,04          | 889            | 2.250,00       | 180,00         | 627,90         | 475,84         | 1              | 50             | 12.240,00 |
| 1,21           | 87             | 355,00         | 26,00          | 78,46          | 103,24         | 9              | 4              | 612,00    |
| 4,84           | 192            | 229,00         | 50,00          | 399,15         | 246,00         | 1              | 4              | 2.805,00  |
| 36,40          | 346            | 2.249,00       | 300,00         | 1.887,27       | 1.190,05       | 4              | 3              | 9.894,00  |
| 24,20          | 416            | 5.440,00       | 500,00         | 2.247,21       | 3.527,22       | 9              | 6              | 24.072,00 |



A P Ê N D I C E    2

Informação básica para o município  
de Guaira



Apêndice 2. Continuação

| X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> | Y          |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| 169,40         | 2.893          | 15.750,00      | 1.820,00       | 15.009,14      | 5.530,40       | 4              | 124.800,00 |
| 48,40          | 941            | 750,00         | 500,00         | 703,96         | 465,54         | 3              | 7.680,00   |
| 41,14          | 536            | 2.320,00       | 471,00         | 2.764,18       | 2.647,46       | 4              | 18.240,00  |
| 31,46          | 758            | 1.900,00       | 325,00         | 1.223,65       | 1.565,80       | 4              | 12.400,00  |
| 19,36          | 648            | 2.200,00       | 180,00         | 312,77         | 275,92         | 3              | 9.600,00   |
| 29,04          | 429            | 2.750,00       | 348,00         | 1.038,58       | 514,62         | 4              | 11.520,00  |
| 12,10          | 216            | 707,40         | 50,00          | 687,44         | 454,00         | 4              | 3.072,00   |
| 29,04          | 440            | 1.416,00       | 275,00         | 2.592,28       | 1.210,12       | 4              | 11.520,00  |
| 96,80          | 800            | 5.000,00       | 800,00         | 10.742,07      | 1.871,30       | 4              | 48.000,00  |
| 140,36         | 1.271          | 16.240,00      | 1.740,00       | 21.431,54      | 3.605,16       | 4              | 96.000,00  |
| 10,89          | 329            | 257,40         | 88,00          | 545,79         | 423,12         | 5              | 5.280,00   |
| 96,80          | 2.094          | 4.975,00       | 1.162,00       | 6.906,03       | 2.277,84       | 4              | 67.200,00  |
| 33,88          | 562            | 1.730,00       | 2.295,00       | 3.983,07       | 1.782,56       | 10             | 13.728,00  |
| 43,56          | 450            | 5.035,00       | 324,00         | 4.724,55       | 1.643,76       | 4              | 20.160,00  |
| 53,24          | 740            | 2.992,00       | 500,00         | 5.962,40       | 2.289,30       | 6              | 14.400,00  |
| 193,60         | 5.281          | 12.650,00      | 2.500,00       | 10.386,70      | 3.235,84       | 1              | 86.400,00  |
| 9,68           | 199            | 865,00         | 104,00         | 1.084,31       | 427,64         | 2              | 5.308,00   |
| 24,20          | 384            | 3.238,00       | 400,00         | 2.247,21       | 938,92         | 4              | 11.520,00  |
| 169,40         | 2.167          | 16.350,00      | 1.650,00       | 16.381,50      | 5.249,26       | 9              | 105.600,00 |
| 36,30          | 636            | 855,00         | 375,00         | 2.633,12       | 1.888,45       | 4              | 11.155,00  |
| 12,10          | 300            | 1,00           | 87,00          | 601,00         | 90,00          | 4              | 5.760,00   |
| 48,40          | 707            | 8.400,00       | 440,00         | 3.818,78       | 4.114,16       | 3              | 19.200,00  |

Apêndice 2. Continuação

| X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> | Y          |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| 48,40          | 1.028          | 2.400,00       | 450,00         | 4.494,42       | 1.789,40       | 1              | 8.976,00   |
| 3,87           | 299            | 225,00         | 35,00          | 164,31         | 30,00          | 3              | 960,00     |
| 4,84           | 90             | 1,00           | 36,00          | 11,84          | 40,88          | 3              | 1.920,00   |
| 4,23           | 147            | 125,00         | 50,00          | 74,82          | 1,40           | 1              | 729,60     |
| 77,44          | 1.424          | 7.920,00       | 425,00         | 7.191,07       | 1.598,51       | 3              | 20.640,00  |
| 72,60          | 1.347          | 1.620,00       | 650,00         | 4.464,63       | 2.886,36       | 1              | 10.464,00  |
| 9,68           | 320            | 130,00         | 78,00          | 544,68         | 99,70          | 1              | 3.840,00   |
| 45,98          | 1.050          | 2.964,00       | 1,00           | 2.407,17       | 430,28         | 4              | 22.080,00  |
| 9,68           | 450            | 610,00         | 120,00         | 403,87         | 558,50         | 1              | 3.360,00   |
| 14,52          | 558            | 500,00         | 80,00          | 809,59         | 533,50         | 2              | 5.568,00   |
| 2,42           | 100            | 144,00         | 50,00          | 94,40          | 20,14          | 1              | 672,00     |
| 101,64         | 2.104          | 15.950,00      | 700,00         | 14.568,30      | 6.291,22       | 9              | 52.800,00  |
| 29,04          | 540            | 1.128,00       | 240,00         | 1.728,82       | 649,02         | 6              | 11.520,00  |
| 19,36          | 358            | 566,00         | 168,00         | 685,23         | 214,92         | 3              | 2.880,00   |
| 31,46          | 291            | 1.140,00       | 375,00         | 2.198,33       | 761,14         | 1              | 10.560,00  |
| 10,89          | 287            | 594,00         | 90,00          | 451,76         | 64,40          | 4              | 2.880,00   |
| 7,26           | 284            | 177,92         | 50,00          | 226,00         | 1,00           | 1              | 2.496,00   |
| 7,26           | 152            | 369,24         | 75,00          | 159,16         | 198,84         | 3              | 1.920,00   |
| 159,72         | 2.584          | 13.226,63      | 2.175,00       | 6.823,62       | 3.246,69       | 4              | 57.600,00  |
| 33,88          | 636            | 1.120,00       | 392,00         | 844,49         | 713,06         | 4              | 14.400,00  |
| 242,00         | 5.965          | 38.200,00      | 2.600,00       | 24.388,74      | 7.413,40       | 4              | 134.400,00 |
| 24,20          | 396            | 2.700,00       | 260,00         | 665,19         | 787,64         | 4              | 19.200,00  |

A P Ê N D I C E 3

Características Importantes da  
Cultura de Milho na Amostra

Características Importantes da Cultura de Milho na Amostra, Ano Agrícola 1969/  
70. Município de Jardinópolis e Guaíra, Estado de São Paulo.

| Itens  | Valores Médios <sup>a/</sup> |          |
|--|------------------------------|----------|
|  | Jardinópolis                 | Guaíra   |
| Valor da Produção de Milho (Cr\$)                                | 8.899,19                     | 9.377,13 |
| Área Cultivada c/ Milho (Ha)                                     | 20,36                        | 24,44    |
| Trabalho Humano (dias-homens)                                    | 492,21                       | 494,93   |
| Fertilizantes (Cr\$)   | 1.191,38                     | 1.045,78 |
| Sementes (Cr\$)  | 130,25                       | 210,21   |
| Máquinas e Impl. Agrícolas (Cr\$)                                | 1.045,29                     | 1.290,79 |
| "Despesas de Custeio" (Cr\$)                                     | 362,15                       | 454,20   |
| Educação Formal do Operador <sup>b/</sup> (anos de escola)       | 3,5                          | 3        |
| Extensão Rural <sup>b/</sup> (nº de contatos)                    | 6                            | -        |
| Receita Líquida Média <sup>c/</sup> (Cr\$)                       | 2.872,32                     | 2.812,65 |
| Taxa de Retorno do Capital Empatado na Cultura <sup>d/</sup> (%) | 39,90                        | 30,64    |
| Receita Líquida por Hectare (Cr\$/Ha)                            | 141,08                       | 115,08   |
| Produtividade Física da Terra (Kg/Ha)                            | 2.580                        | 2.400    |
| Sementes por Hectare (Cr\$/Ha)                                   | 6,40                         | 8,60     |
| Fertilizantes por Hectare (Cr\$/Ha)                              | 58,52                        | 42,79    |

<sup>a/</sup> Calculados com base na Média Geométrica dos Valores observados.

<sup>b/</sup> Em números redondos.

<sup>c/</sup> Receita bruta - (despesas com mão-de-obra, fertilizantes, sementes, máquinas e custeio).

<sup>d/</sup> (Receita líquida/custo total) 100.

A P Ê N D I C E 4

Ajustamentos Alternativos e Matrizes  
de Correlação no Modelo Linear

Quadro 11. Ajustamentos Alternativos Testados na Estimativa de Relações de Produção de Milho, Modelo Linear, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo.

| Ajustamentos Alternativos         | Coeficientes de Regressão das Variáveis Independentes e Respective |                    |                      |                       |                    |                        |                      |                        | Valor de R <sup>2</sup> |
|-----------------------------------|--|--------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|
|                                   | b <sub>1</sub>   | b <sub>2</sub>     | b <sub>3</sub>       | b <sub>4</sub>        | b <sub>5</sub>     | b <sub>6</sub>         | b <sub>7</sub>       | b <sub>8</sub>         |                         |
| Valores do teste "t" <sub>a</sub> |  |                    |                      |                       |                    |                        |                      |                        |                         |
| I                                 | 90,1418<br>(1,08)  | 2,4439<br>(1,15)   | 2,4953****<br>(5,86) | 16,0728****<br>(3,91) | 0,3125<br>(0,54)   | -3,0242****<br>(-2,96) | 192,4674<br>(1,09)   | 118,8845****<br>(3,10) | 0,9370                  |
| II                                | 142,1330*<br>(1,61)  | 3,6861*<br>(1,63)  | 2,4488****<br>(5,33) | 12,9020****<br>(3,00) | -0,2375<br>(-0,40) | -2,5175****<br>(-2,31) | 311,2956**<br>(1,68) | -                      | 0,9250                  |
| III                               | 69,7665<br>(0,85)  | 2,5828<br>(1,21)   | 2,5182****<br>(5,91) | 16,8688****<br>(4,16) | 0,4315<br>(0,75)   | -3,0087****<br>(-2,94) | -                    | 128,0563****<br>(3,42) | 0,9355                  |
| IV                                | 114,3419*<br>(1,30)  | 4,0849**<br>(1,79) | 2,4815****<br>(5,31) | 13,8384****<br>(3,19) | -0,1075<br>(-0,17) | -2,4248****<br>(-2,19) | -                    | -                      | 0,9209                  |

a/ Os valores do teste "t" são apresentados, entre parênteses, abaixo dos respectivos coeficientes de regressão.

\*\*\*\* Indica significância ao nível de 1%

\*\*\* Indica significância ao nível de 5%

\*\* Indica significância ao nível de 10%

\* Indica significância ao nível de 20%



Quadro 12. Ajustamentos Alternativos Testados na Estimativa de Relações de Produção de Milho, Modelo Linear, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guaíra, Estado de São Paulo.

| Ajustamentos Alternativos | b <sub>1</sub>         | b <sub>2</sub>   | b <sub>3</sub>   | b <sub>4</sub>   | b <sub>5</sub>       | b <sub>6</sub>     | b <sub>7</sub>     | Valor de R <sup>2</sup> |
|---------------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|
| I                         | 275,3307****<br>(3,27) | 1,0347<br>(0,34) | 0,3509<br>(0,61) | 2,0934<br>(0,52) | 2,4676****<br>(3,45) | -1,1787<br>(-0,84) | 156,5859<br>(0,30) | 0,9252                  |
| II                        | 279,2614****<br>(3,39) | 0,6769<br>(0,24) | 0,3625<br>(0,64) | 2,3359<br>(0,60) | 2,4562****<br>(3,47) | -1,1192<br>(-0,81) | -                  | 0,9251                  |

a/ Os valores do teste "t" são apresentados, entre parênteses, abaixo dos respectivos coeficientes de regressão.

\*\*\*\* Indica significância ao nível de 1%





A P Ê N D I C E 5

Ajustamentos Alternativos e Matrizes de Correlação no Modelo Cobb-Douglas

Quadro 15. Ajustamentos Alternativos Testados na Estimativa de Relações de Produção de Milho, Modelo Cobb-Douglas, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo.

| Ajustamentos Alternativos | Valores do teste "t" <sup>a</sup> |                      |                      |                    |                      |                      |                   |                   |                |   | Valor de R <sup>2</sup> |
|---------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|-------------------|-------------------|----------------|---|-------------------------|
|                           | b <sub>1</sub>                    | b <sub>2</sub>       | b <sub>3</sub>       | b <sub>4</sub>     | b <sub>5</sub>       | b <sub>6</sub>       | b <sub>7</sub>    | b <sub>8</sub>    | b <sub>9</sub> |   |                         |
| I                         | 0,6698****<br>(5,01)              | 0,0642<br>(0,58)     | 0,0435<br>(0,92)     | 0,0451*<br>(1,57)  | 0,0865*<br>(1,57)    | 0,0881***<br>(2,55)  | 0,0321*<br>(1,33) | 0,0341<br>(1,22)  | -              | - | 0,9575                  |
| II                        | -                                 | 0,4926****<br>(5,82) | 0,1449****<br>(2,81) | 0,0504*<br>(1,45)  | 0,2349****<br>(4,17) | 0,1022****<br>(2,45) | 0,0255<br>(0,87)  | 0,0110<br>(0,32)  | -              | - | 0,9366                  |
| III                       | 0,7299****<br>(8,68)              | -                    | 0,0410<br>(0,88)     | 0,0447*<br>(1,57)  | 0,0772*<br>(1,47)    | 0,0889***<br>(2,59)  | 0,0328*<br>(1,37) | 0,0392*<br>(1,48) | -              | - | 0,9573                  |
| IV                        | -                                 | 0,5006****<br>(6,24) | 0,1430****<br>(2,81) | 0,0508*<br>(1,48)  | 0,2362****<br>(4,24) | 0,1029****<br>(2,49) | 0,0274<br>(0,97)  | -                 | -              | - | 0,9365                  |
| V                         | -                                 | 0,5069****<br>(6,34) | 0,1401****<br>(2,76) | 0,0565*<br>(1,66)  | 0,2258****<br>(4,14) | 0,1081***<br>(2,64)  | -                 | -                 | -              | - | 0,9354                  |
| VI                        | 0,8053****<br>(11,04)             | -                    | 0,0336<br>(0,69)     | 0,0538**<br>(1,85) | -                    | 0,1170****<br>(3,55) | -                 | -                 | -              | - | 0,9535                  |
| VII                       | 0,8341****<br>(15,22)             | -                    | -                    | 0,0510**<br>(1,84) | -                    | 0,1079****<br>(3,33) | 0,0269<br>(1,13)  | 0,0404*<br>(1,52) | -              | - | 0,9549                  |

Quadro 15. Continuação

| Ajustamentos<br>Alterna-<br>tivos  | Coeficientes de Regressão das Variáveis Independentes e Respetivos |                |                      |                     |                      |                      |                   |                     |                      |   | Valor<br>de<br>R <sup>2</sup> |
|------------------------------------|--|----------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------|---------------------|----------------------|---|-------------------------------|
|                                    | b <sub>1</sub>   | b <sub>2</sub> | b <sub>3</sub>       | b <sub>4</sub>      | b <sub>5</sub>       | b <sub>6</sub>       | b <sub>7</sub>    | b <sub>8</sub>      | b <sub>9</sub>       |   |                               |
| Valores do teste "t" <sup>a/</sup> |  |                |                      |                     |                      |                      |                   |                     |                      |   |                               |
| VIII                               | 0,8503****<br>(15,63)  | -              | -                    | 0,0520**<br>(1,86)  | -                    | 0,1133****<br>(3,48) | 0,0346*<br>(1,47) | -                   | -                    | - | 0,9530                        |
| IX                                 | 0,8231****<br>(15,22)  | -              | -                    | 0,0562***<br>(2,05) | -                    | 0,1104****<br>(3,41) | -                 | 0,0468**<br>(1,80)  | -                    | - | 0,9538                        |
| X                                  | 0,8624****<br>(7,53)   | -              | -                    | 0,0698***<br>(2,36) | -                    | -                    | 0,0300<br>(1,14)  | 0,0431*<br>(1,44)   | 0,1109<br>(0,83)     | - | 0,9463                        |
| XI                                 | -  | -              | 0,1284***<br>(2,52)  | 0,0552*<br>(1,65)   | 0,2583****<br>(5,14) | -                    | 0,0304<br>(1,07)  | 0,0127<br>(0,39)    | 0,6195****<br>(7,09) | - | 0,9388                        |
| XII X                              | -  | -              | 0,1960****<br>(3,28) | 0,0689**<br>(1,71)  | -                    | -                    | 0,0051<br>(0,15)  | 0,0274<br>(0,70)    | 0,8122****<br>(8,48) | - | 0,9082                        |
| XIII                               | -  | -              | 0,3753****<br>(5,90) | 0,0556<br>(1,08)    | -                    | 0,2651****<br>(5,11) | 0,0133<br>(-0,30) | 0,0970***<br>(2,09) | -                    | - | 0,8556                        |

a/ Os valores do teste "t" são apresentados, entre parênteses, abaixo dos respectivos coeficientes de Regressão.

\*\*\*\* Indica significância ao nível de 1%

\*\*\* Indica significância ao nível de 5%

\*\* Indica significância ao nível de 10%

\* Indica significância ao nível de 20%.

Quadro 16. Ajustamentos Alternativos Testados na Estimativa de Relações de Produção de Milho, Modelo Cobb-Douglas, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guaíra, Estado de São Paulo.

| Ajustamentos Alternativos | Valores do teste "t" <sup>a/</sup> |                |                     |                      |                      |                      |                     |                      |    | Valor de R <sup>2</sup> |
|---------------------------|------------------------------------|----------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----|-------------------------|
|                           | b <sub>1</sub>                     | b <sub>2</sub> | b <sub>3</sub>      | b <sub>4</sub>       | b <sub>5</sub>       | b <sub>6</sub>       | b <sub>7</sub>      | b <sub>9</sub>       |    |                         |
| I                         | --                                 | --             | 0,0266<br>(0,58)    | 0,1362**<br>(1,94)   | 0,5009****<br>(6,06) | 0,0996**<br>(1,77)   | 0,1022**<br>(1,92)  | --                   | -- | 0,8553                  |
| II                        | --                                 | --             | 0,1177***<br>(2,14) | 0,2593****<br>(3,04) | --                   | 0,2855****<br>(4,78) | 0,1192**<br>(1,77)  | --                   | -- | 0,7634                  |
| III                       | --                                 | --             | 0,0259<br>(0,50)    | 0,1853***<br>(2,49)  | --                   | --                   | 0,1117**<br>(1,94)  | 0,8832****<br>(7,22) | -- | 0,8259                  |
| IV                        | --                                 | --             | -0,0183<br>(-0,42)  | 0,0980*<br>(1,54)    | 0,4011****<br>(5,28) | --                   | 0,1031***<br>(2,16) | 0,5125****<br>(4,16) | -- | 0,8825                  |
| V                         | 1,0305****<br>(10,42)              | --             | --                  | -0,0175<br>(-0,29)   | --                   | 0,0454<br>(1,03)     | 0,0612*<br>(1,47)   | --                   | -- | 0,9103                  |
| VI                        | 1,0389****<br>(9,75)               | --             | -0,0082<br>(-0,22)  | -0,0157<br>(-0,26)   | --                   | 0,0463<br>(1,04)     | 0,0624*<br>(1,48)   | --                   | -- | 0,9104                  |
| VII                       | 1,0257****<br>(11,00)              | --             | -0,0094<br>(-0,26)  | --                   | --                   | 0,0452<br>(1,02)     | 0,0632*<br>(1,51)   | --                   | -- | 0,9103                  |
| VIII                      | 1,0908****<br>(15,90)              | --             | -0,0055<br>(-0,15)  | --                   | --                   | --                   | 0,0576*<br>(1,39)   | --                   | -- | 0,9086                  |

a/ Os valores do teste "t" são apresentados, entre parênteses, abaixo dos respectivos coeficientes de regressão.

\*\*\*\* Indica significância ao nível de 1%

\*\*\* Indica significância ao nível de 5%

\*\* Indica significância ao nível de 10%

\* Indica significância ao nível de 20%







A P Ê N D I C E 6

Ajustamentos Alternativos e Matrizes  
de correlação do Modelo Cobb-Douglas,  
quando as Variáveis são Expressas por  
Hectare cultivado.

Quadro 19. Ajustamentos Alternativos Testados para Estimar as Relações de Produção de Milho, Com as Variáveis Expressas por Hectare Cultivado, Modelo Cobb-Douglas, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo.

| Ajustamentos Alternativos | Coeficientes de Regressão das Variáveis Independentes e Respetivos Valores do teste "t" |                  |                     |                    |                      |                     | Valor de $R^2$       |                     |
|---------------------------|---|------------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|                           | $b_{X_2/X_1}$   | $b_{X_3/X_1}$    | $b_{X_4/X_1}$       | $b_{X_5/X_1}$      | $b_{X_6/X_1}$        | $b_{X_3+X_4/X_1}$   |                      | $b_{X_4 + X_6/X_1}$ |
| I                         | 0,0861<br>(0,99)  | 0,0318<br>(0,61) | 0,1561***<br>(2,59) | 0,0820**<br>(1,53) | 0,1090****<br>(2,77) | -                   | -                    | 0,3683              |
| II                        | 0,1185*<br>(1,32)   | -                | -                   | 0,0898*<br>(1,63)  | 0,1218****<br>(3,04) | 0,1214***<br>(2,16) | -                    | 0,3180              |
| III                       | 0,0990<br>(1,12)  | 0,0627<br>(1,26) | -                   | 0,0817*<br>(1,53)  | -                    | -                   | 0,2142****<br>(3,90) | 0,3394              |

a/ Os valores do teste "t" são apresentados, entre parênteses, abaixo dos respectivos coeficientes de regressão.

\*\*\*\* Indica significância ao nível de 1%

\*\*\* Indica significância ao nível de 5%

\*\* Indica significância ao nível de 10%

\* Indica significância ao nível de 20%.

Quadro 20. Ajustamentos Alternativos Testados para Estimar as Relações de Produção de Milho, Com as Variáveis Expressas por Hectare Cultivado, Modelo Cobb-Douglas, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guaíra, Estado de São Paulo.

| Ajustamentos Alternativos | Coeficientes de Regressão das Variáveis Independentes e Respetivos Valores do teste "t" <sup>a/</sup> |                  |                    |                     |                   |                     | Valor de R <sup>2</sup> |                     |
|---------------------------|---|------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
|                           | $b_{X_2/X_1}$   | $b_{X_3/X_1}$    | $b_{X_4/X_1}$      | $b_{X_5/X_1}$       | $b_{X_6/X_1}$     | $b_{X_3 + X_4/X_1}$ |                         | $b_{X_4 + X_6/X_1}$ |
| I                         | -0,0378<br>(-0,34)  | 0,0075<br>(0,14) | -0,0255<br>(-0,24) | 0,1818***<br>(2,26) | 0,0278<br>(0,48)  | --                  | --                      | 0,1458              |
| II                        | -0,0321<br>(-0,29)  | --               | --                 | 0,1783***<br>(2,25) | 0,02182<br>(0,38) | 0,0313<br>(0,46)    | --                      | 0,1478              |
| III                       | -0,0415<br>(0,38)   | 0,0032<br>(0,06) | --                 | 0,1874***<br>(2,36) | --                | --                  | 0,0314<br>(0,32)        | 0,1432              |

a/ Os valores do teste "t" são apresentados, entre parênteses, abaixo dos respectivos coeficientes de regressão.

\*\*\* Indica significância ao nível de 5%.

Quadro 21. Coeficientes de Correlação Simples no Modelo Cobb-Douglas, quando as Variáveis são Expressas por Hectare Cultivado de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Jardinópolis, Estado de São Paulo.

|                      | $\log Y/\bar{X}_1$ | $\log X_2/\bar{X}_1$ | $\log X_3/\bar{X}_1$ | $\log X_4/\bar{X}_1$ | $\log X_5/\bar{X}_1$ | $\log X_6/\bar{X}_1$ |
|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| $\log Y/\bar{X}_1$   | 1,00               | -0,02                | 0,24                 | 0,44                 | 0,30                 | 0,48                 |
| $\log X_2/\bar{X}_1$ |                    | 1,00                 | -0,21                | -0,03                | -0,31                | -0,15                |
| $\log X_3/\bar{X}_1$ |                    |                      | 1,00                 | 0,36                 | 0,07                 | 0,19                 |
| $\log X_4/\bar{X}_1$ |                    |                      |                      | 1,00                 | 0,10                 | 0,27                 |
| $\log X_5/\bar{X}_1$ |                    |                      |                      |                      | 1,00                 | 0,36                 |
| $\log X_6/\bar{X}_1$ |                    |                      |                      |                      |                      | 1,00                 |

Quadro 22. Coeficientes de Correlação Simples no Modelo Cobb-Douglas, quando as Variáveis são Expressas por Hectare Cultivado de Milho, Ano Agrícola 1969/70. Município de Guaíra, Estado de São Paulo.

|                      | $\log Y/\bar{X}_1$ | $\log X_2/\bar{X}_1$ | $\log X_3/\bar{X}_1$ | $\log X_4/\bar{X}_1$ | $\log X_5/\bar{X}_1$ | $\log X_6/\bar{X}_1$ |
|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| $\log Y/\bar{X}_1$   | 1,00               | -0,16                | 0,14                 | 0,02                 | 0,37                 | 0,24                 |
| $\log X_2/\bar{X}_1$ |                    | 1,00                 | -0,15                | -0,13                | -0,29                | -0,37                |
| $\log X_3/\bar{X}_1$ |                    |                      | 1,00                 | 0,29                 | 0,32                 | 0,32                 |
| $\log X_4/\bar{X}_1$ |                    |                      |                      | 1,00                 | 0,08                 | 0,17                 |
| $\log X_5/\bar{X}_1$ |                    |                      |                      |                      | 1,00                 | 0,47                 |
| $\log X_6/\bar{X}_1$ |                    |                      |                      |                      |                      | 1,00                 |

A P Ê N D I C E 7

Determinação dos Prêços  
dos Fatôres

Os preços dos insumos incluídos nas estimativas de relações de produção selecionadas foram determinados com base nos critérios a seguir apresentados.

Área Cultivada com Milho ( $X_1$ )

O preço deste fator produtivo foi determinado com base no preço médio de arrendamento de um hectare em cada um dos municípios estudados, no ano agrícola 1969/70. Esses preços foram Cr\$ 87,00 e Cr\$ 107,00, respectivamente, para Jardinópolis e Guaíra.

Fertilizantes ( $X_3$ )

Para esta variável o preço foi estimado em Cr\$ 1,07. Este valor foi obtido considerando a taxa de juros de 7% a.a. nos financiamentos de insumos modernos.

Sementes ( $X_4$ ), "Despesas de Custeio" ( $X_6$ ) e "Despesas de Custeio" Inclusive

Mão-de-Obra ( $X_9$ )

O preço desses fatores foi determinado considerando o rendimento que cada unidade monetária (cruzeiro) investida nessas formas de capital proporcionaria a uma taxa de 17% a.a.. Desta forma, esse preço é igual à Cr\$ 1,17.