

Agricultura em São Paulo



Ano XXVII – Tomo II

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria da Agricultura e Abastecimento
Instituto de Economia Agrícola

1980

Avaliação econômica do uso de fertilizantes em áreas selecionadas na Região Centro-Sul.

Afonso Negri Neto
Natanael Miranda dos Anjos

1

Avaliação da classificação de arroz e de suas alterações para uso no mercado interno.

Arildo Lopes de Carvalho
Flavio Condé de Carvalho
Sylvia Regina Hellmeister
Marcelo Martins Pinto

53

Fatores associados ao uso de crédito na agricultura.

Paulo Fernando Cidade de Araujo

81

Pesquisa de um método objetivo para quantificar a exportação de mercadorias pelas vias internas.

Salomão Schattan

115

AGRICULTURA EM SÃO PAULO

Publicação Técnica do Instituto de Economia Agrícola

Corpo Técnico do IEA

Diretor Geral: Natanael Miranda dos Anjos

ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE ACOMPANHAMENTO E CONTROLE

Antonio Ambrosio Amaro, Afonso Negri Neto, Constantino Carneiro Fraga, Fernando Sebastião Gomes Junior, Oscar José Thomazini Etori, Paul Frans Bemelmans, Paulo Edgard Nascimento de Toledo, Pêrsio de Carvalho Junqueira, Samira Aoun, Sebastião Nogueira Junior.

DIVISÃO DE COMERCIALIZAÇÃO

Diretor: Mauro de Souza Barros

Alfredo Tsunehiro, Ana Maria Futino, Antonio José Braga do Carmo, Célia Regina R.P.Tavares Ferreira, Clotilde Cantos, Domingos Desgualdo Netto, Eloisa Elena Bortoleto, Everton Ramos de Lins, Flavio Condé de Carvalho, Flávio Loureiro Paes Junior, José Luiz T. Marques Vieira, José Roberto da Silva, Lidia Hatue Ueno, Marina Brasil Rocha, Maria de Lourdes do Canto Arruda, Marisa Zerbetto, Marisilda Nabhan, Michael David Holz hacker, Nelson Giulietti, Nilce da Penha Migueles Panzutti, Paulo Augusto Wiesel, Paulo David Crisculoio, Roxana Maria Moraru Topel, Sylvia Regina Hellmeister, Vitória da Silva Pereira Biller, Waldemar Pires de Camargo Filho, Yuly Ivete Mizaki de Toledo.

DIVISÃO DE POLÍTICA E DESENVOLVIMENTO

Diretor: Nelson Batista Martin

Alceu de Arruda Veiga Filho, Ana Elisa Brito Garcia, Elcio Umberto Gatti, Gabriel Luiz Seraphico Peixoto da Silva, José Ricardo Cardoso de Mello Junqueira, José Sebastião de Lima, Luiz Carlos Assaf, Luiz Flávio Barbosa Cancegiero, Malimíria Norico Otani, Maria Auxiliadora de Carvalho, Maria Elisa Benetton Junqueira, Maria Tanajura Cruz Gimenes, Nelson Kazaki Toyama, Regina Junko Yoshii, Sergio Gomes Vassimon, Sonia Martins Giordano.

DIVISÃO DE ECONOMIA DA PRODUÇÃO

Diretor: Minoru Matsunaga

Arthur Antonio Ghilardi, Cesar Roberto Leite da Silva, Daniel Ribeiro Junior, Denyse Chabaribery, Eduardo Pires Castanho Filho, Fernando Villela, Hiroshige Okawa, Ikuyo Kiyuna, José Eduardo Rodrigues Veiga, José Roberto Viana de Camargo, Maristela Simões do Carmo, Nilda Tereza Cardoso de Mello, Richard Domingues Dullely, Roberto de Assumpção, Selma do Paço Bignarde, Sílvia Toledo Arruda, Valquíria da Silva, Zuleima Atleoni de Souza Santos.

DIVISÃO DE LEVANTAMENTO E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Diretor: Fernando Antonio de Almeida Séver

Abel Ciró Minniti Igreja, Ana Maria Montragio Pires de Camargo, Denise Viani Caser, Elizabeth Alves, José Carlos Gomes dos Reis Filho, José Roberto Vicente, Julio Humberto Jimenez Ossio, Laura Olitta de Souza Barros, Luiz Henrique de Oliveira Piva, Manuel Joaquim Martins Falcão, Maria Angélica Ferraz de Toledo Machado, Maria Carlota Meloni, Maria de Fátima Packer, Maria de Lourdes Sumiko Sueyoshi, Maura Maria Demetrio Santiago, Milton Nogueira de Camargo, Rosa Maria Pescarin Pellegrini.

DIVISÃO DE APOIO À PESQUISA

Diretor: Francisco Alberto Pino

Antônio Augusto Botelho Junqueira, Antonio Roger Mazzei, Celuta Moreira Cesar Machado, Devancyr Aparecido Romão, Ismar Florêncio Pereira, Luiz Carlos Miranda, Maria de Lourdes Barros Camargo.

SERVIÇO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO

Diretor: Aguri Sawatani

Cleusa Batista Pastore, Fátima Maria Martins Saldanha Faria, Gabriella Menni Ferreri, Maria Luiza Alexandre Peão, Maria Rodrigues.

COMISSÃO EDITORIAL

Coordenador: Ismar Florêncio Pereira

Antônio Augusto Botelho Junqueira, Sebastião Nogueira Junior, José Ricardo Cardoso de Mello Junqueira, José Roberto Viana de Camargo, José Roberto Vicente, Yuly Ivete Mizaki de Toledo.

Bibliografia: Maria Luiza Alexandre Peão.

Instituto de Economia Agrícola (IEA)
Av. Miguel Estéfano, 3.900 - 04301, São Paulo, SP
Caixa Postal 8114 - 01000, São Paulo, SP
Telefone: (011) 276-9266

Impresso no Setor Gráfico da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), com sua colaboração técnica e financeira. SCS, Edifício Super Center Venâncio, 2.000, 7º andar - 70.333, Brasília - DF.



Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Instituto de Economia Agrícola

Instituto de Economia Agrícola
Av. Miguel Estefano, 3.900 (CEP 04301)
Caixa Postal 8114 (CEP 01000)
São Paulo - SP - Brasil

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO USO DE FERTILIZANTES EM ÁREAS SELECIONADAS NA REGIÃO CENTRO-SUL (1)

Afonso Negri Neto (2)
Natanael Miranda dos Anjos

O objetivo desta pesquisa foi analisar as diferenças de produtividade das culturas de arroz, algodão, milho e trigo, na Região Centro-Sul do Brasil.

Ao se especificar as relações estruturais para a produtividade da cultura, consideraram-se as variáveis: gerência, fertilidade da terra, trabalho humano, dias-máquina, sementes, fertilizantes, crédito, defensivos e herbicidas.

Empregaram-se funções de produção tipo Cobb-Douglas, e os valores obtidos para os coeficientes de determinação foram inferiores a 0,50.

Procurou-se comparar as relações preços dos fatores/preço do produto com os respectivos intervalos de confiança dos produtos marginais, e verificar quantas propriedades apresentaram o uso ótimo dos fatores.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - O Problema e sua Importância

Inicialmente, a produção agrícola no Brasil apresentava aumentos através da expansão da área cultivada, com uma agricultura comercial voltada para uns poucos produtos de exportação, tais como café, açúcar, algodão e o cacau, enquanto que a produção de cereais, laticínios, carnes e hortigranjeiros se processava nos mercados locais, sob um sistema de produção na forma de agricultura de subsistência.

(1) Este trabalho integra pesquisas desenvolvidas no Projeto - "Avaliação Econômica do Uso de Fertilizantes em Áreas Seleccionadas na Região Centro-Sul", financiado pelo Convênio Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo e Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Liberado para publicação em 08/06/1980.

(2) Participaram no projeto como equipe de apoio, Ana Maria Futino, Adalberto de Oliveira Rodrigues, Nelma Lúcia Heiffig Villela, Antonio José Braga do Carmo, Rosa Maria Pescarín Pellegrini e Célia Regina R. P. Tavares Ferreira.
Os autores agradecem a valiosa colaboração, principalmente na fase de levantamentos, de José Edielzon Barbosa, Gilberto de Andrade, Paulo Teixeira Mourão, Levi José da Silva, Waldir Gomes, Wildes Pereira da Silva, Manoel Barbosa Junior, Mauro Rodrigues de Oliveira, Carlos Alberto Bovo, Aguri Sawatani e Célia Branco dos Reis.

Dentro desta característica básica, o setor agrícola estava fortemente sujeito às oscilações dos mercados internacionais que provocavam, como conseqüência, violentas expansões e contrações. Também, as falhas de comercialização quanto ao reduzido poder aquisitivo da população nacional limitavam a demanda interna para os produtos de uma agricultura diversificada.

Estes acontecimentos, ao lado do crescimento demográfico e o aumento da renda per capita, fizeram com que a produção agrícola comercial se voltasse para o atendimento da crescente demanda interna.

Ao mesmo tempo que a participação brasileira no mercado internacional de produtos agrícolas tem-se mantido em quinto lugar (a partir de 1970), dados preliminares do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) indicam ganho de participação do Brasil no total das exportações, colocando-se em 1976 imediatamente após os Estados Unidos e a França, com amplas perspectivas de se tornar o maior competidor americano. Dados mais recentes colocam o Brasil como segundo maior exportador de produtos agrícolas, no que se refere ao montante de divisas geradas.

Estudos recentes vêm sugerindo que à medida que maiores incentivos são dados às exportações de produtos (ou setores) que apresentam custos domésticos mais elevados e, provavelmente, menores vantagens comparativas, o País incorre em custos alocativos bastante altos, quando outros produtos (ou setores) poderiam ser alternativamente prioritários. A sugestão implícita é que seja dado um tratamento menos discriminatório à agricultura, onde as vantagens comparativas para o País são relativamente maiores, além de que foram as exportações agropecuárias as principais responsáveis pelo dinâmico desempenho das exportações brasileiras nos últimos anos (3).

A FAO prevê uma falta de alimentos em escala mundial em um futuro próximo, advertindo que há perigo real e imediato de fome, devido ao declínio da produção de cereais, à crescente demanda de carne e, também, ao fato de a produção de alimentos em vários países estar caindo em relação ao aumento populacional. Entre os poucos países que poderão fazer exportações substanciais para suprir o "déficit" mundial previsto, encontra-se o Brasil.

O aumento da demanda interna e externa é especialmente relevante para as culturas anuais que serão analisadas neste trabalho, a sa-

(3) Conforme BARROS (1).

ber, milho, algodão, soja, arroz e trigo. Estes produtos são itens básicos para o mercado doméstico, e atividades agrícolas competitivas entre si (exceto soja e trigo).

Os objetivos de exportar e de abastecer o mercado interno já se mostravam suficientemente conflitantes, embora nas exportações se tenha a oportunidade, com um maior volume de vendas nos mercados internacionais, de se aumentar a receita cambial, o que não implica obrigatoriamente a melhoria do nível de renda do produtor agrícola. Porém, uma vez que o aumento do volume de vendas seja feito às expensas do consumo interno, a falta de gêneros essenciais no mercado nacional implicará a elevação do custo de vida e prejuízo do consumidor brasileiro, sobretudo o de baixa renda, em cujo orçamento os alimentos têm maior peso.

Face a essas considerações, parece pertinente levantar, mais uma vez, que o maior problema da agricultura brasileira nos próximos anos não será mais de mercado, mas sim de produção.

Para tanto, é necessário que a produtividade do recurso terra se expanda mais acentuadamente em um futuro bem próximo, embora nos últimos 25 anos a produtividade da terra tenha experimentado aumento através de certas práticas agrícolas, tais como uso de fertilizantes e defensivos e desenvolvimento e adoção de sementes melhoradas e mecanização. Com o conhecimento e adoção dessas práticas que se mostraram lucrativas, a agricultura brasileira encontra uma boa base para sua ampla modernização; porém, convém lembrar que essa modernização está diretamente associada aos fatores econômicos que afetam o setor, ou seja, é um problema de preços relativos dos produtos e dos insumos agrícolas.

Por exemplo, o esgotamento gradual de fronteira agrícola ao redor dos centros consumidores é fundamental por tornar a terra mais escassa e mais cara em relação aos outros fatores de produção. Neste ponto, torna-se "lucrativo" substituir a terra por fertilizantes, uma vez que a adubação permite aumentar a produção total sem aumentar a área cultivada. Pode-se encarar a quantidade utilizada de fertilizantes como dependente da produtividade física esperada e dos preços relativos da terra, dos produtos agrícolas e dos fertilizantes.

A escassez de pesquisa agrônômica básica e econômica tem exigido um esforço superior de decisão governamental para alcançar a eficiência econômica e a modernização da agricultura. Nesse particular, a necessidade do incremento no uso de fertilizantes é fundamental, pois as áreas com elevada fertilidade natural já se esgotaram em várias regiões do País e nos últimos 20 anos estão sendo exploradas intensa-

mente as melhores terras da Região Centro-Sul. Há, por outro lado, vastíssimas áreas de terras relativamente fracas, representadas principalmente pelas zonas de cerrado, cujo aproveitamento requer aplicação de fertilizantes e calcários.

A idéia fundamental de que só se poderá aumentar os rendimentos por área mediante a introdução e adoção de insumos modernos e o treinamento adequado do pessoal do campo tem sido enfatizada por autores na literatura econômica. E o Brasil, consciente dessa situação, tem procurado intensificar seu uso através de uma série de subsídios e estímulos, que incluiu taxas cambiais, taxas de crédito subsidiado para empréstimos agrícolas, e subsídios, principalmente, à criação da indústria nacional de adubos.

No entanto, outros autores na literatura econômica não são tão otimistas quanto à introdução de fertilizantes num País que não apresenta um dado "pacote tecnológico", que possa garantir a alta produtividade originada deste insumo. Dentro desse "pacote tecnológico", ressalta-se a importância da técnica de irrigação, ainda incipiente no Brasil, cuja utilização, além de diminuir o risco de produção, aumenta a produtividade dos insumos modernos e da terra, e dá condições plenas de utilização das máquinas e equipamentos agrícolas durante todo o ano. Outro fator complementar e de real importância para alcançar a eficiência produtiva é a administração (ou grau de gerência) de cada empresa agrícola, que indiretamente aumenta a produtividade dos insumos modernos ou, pelo menos, faz com que se tenham diferentes produtividades entre as firmas de uma mesma região, com um certo grau de homogeneidade nos fatores edafológicos e climáticos.

1.2 - Objetivos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) especificar as relações estruturais entre a produtividade e os fatores de produção;
- b) testar a economicidade do uso dos fatores de produção;
- c) discutir certas limitações dos modelos estatísticos comumente empregados na pesquisa econômica;
- d) procurar captar os efeitos de variáveis não comumente usadas; e
- e) estimar o intervalo de combinação ótima para os insumos empregados.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

Os trabalhos desenvolvidos ao nível de propriedades rurais se-

quem linhas distintas de análise, ou seja:

- a) a primeira, destacando-se os trabalhos de NELSON (6) e WRIGHT (10), onde o objetivo específico é o de analisar e testar a economicidade de uso de fertilizantes nas propriedades entrevistadas;
- b) a segunda, onde o objetivo central procura estabelecer as relações estruturais entre a produção total e os fatores de produção; e
- c) finalmente, a que procura estabelecer a relação estrutural entre a produtividade da cultura e os respectivos fatores de produção empregados, por unidade de área.

NELSON (6) utilizou-se das funções quadrática e Cobb-Douglas (esta última com resultados mais satisfatórios) para analisar o uso de fertilizantes, a nível de propriedades rurais, na região de Ribeirão Preto, no ano agrícola 1969/70. Concluiu que o uso de fertilizantes estava além do ponto de ótimo econômico e que os níveis de aplicação de fertilizantes eram inferiores às recomendações baseadas em resultados experimentais. Procurou testar a hipótese de que a diferença de tipos de solo estaria ocultando os efeitos reais da adubação, a qual, no entanto, foi rejeitada.

WRIGHT (10) fez uma análise econômica de adubação em culturas anuais (milho, algodão, arroz e soja), na região de Ribeirão Preto, no ano agrícola 1971/72, utilizando as funções quadrática e Cobb-Douglas. Na função Cobb-Douglas, o modelo adotado foi o de produtividade, que apresentou um poder explicativo baixo, medido pelo coeficiente de determinação (R^2). Concluiu que a economicidade do uso de fertilizantes era duvidosa, nos níveis utilizados para as propriedades da amostra. O que se tem observado, a respeito do modelo produtividade, é um poder explicativo inferior ao modelo produção. Até certo ponto, não deixa de ser um resultado esperado, porque a variável área cultivada é excluída, e esta na maioria das vezes é a que apresenta maior valor de elasticidade de produção, como também tem apresentado o mais elevado coeficiente de correlação simples com a produção.

Por sua vez, quando se exclui a área cultivada do modelo produtividade, não se tem nenhuma indicação sobre a fertilidade do solo, embora se obtenham informações sobre o uso de fertilizantes. Da mesma forma, ao se incluir herbicidas e defensivos, nada se sabe acerca de incidência de pragas ou de ervas daninhas. É por isso que a especificação das variáveis no modelo produtividade se torna fundamental para um bom ajustamento da função, embora não se deva estranhar o baixo coeficiente de determinação.

TOLLINI & SEAGRAVES (9), usando uma combinação de

dados de experimentos e de entrevistas com proprietários rurais, chegaram à conclusão de que o ponto ótimo de aplicação de fertilizante em milho, na Carolina do Norte (USA), estaria entre 99 e 197 libras/acre, para as condições da região, no período estudado.

BISERRA (2) ajustou funções do tipo Cobb-Douglas, modelo produção, para a cultura do milho, nos Municípios de Jardinópolis e Guaíra (SP), e concluiu que os fertilizantes estavam sendo alocados, pelos agricultores, em um ponto próximo do ótimo; no entanto, o procedimento adotado superestima os coeficientes de regressão.

CAMARGO (3) analisou a produtividade de algodão e soja, com a aplicação da função Ulveling-Fletcher, na região de Ribeirão Preto, ano agrícola 1971/72. Concluiu que, na cultura do algodão, o uso de fertilizantes encontrava-se próximo do ótimo econômico; a quantidade de sementes de algodão por unidade de área exercia pequena influência sobre a relação fertilizantes-produtividade. Pode-se constatar, ainda, que a influência do fator fertilizantes sobre a produtividade da cultura de soja modifica-se conforme a variedade usada.

Outros trabalhos poderiam ser citados; no entanto, as indicações sobre o uso de fertilizante, dos insumos modernos ou, em suma, dos fatores de produção estariam próximas, aquém ou além do ponto ótimo econômico que se obtém ao se comparar o produto marginal com as relações de preços dos fatores e do produto.

Convém lembrar que o ponto de ótimo econômico, na prática, não pode ser determinado com precisão, face às diferentes circunstâncias enfrentadas pelos agricultores.

Ao invés de se preocupar com o ponto de ótimo econômico, este trabalho terá sua atenção voltada para o intervalo de confiança do ponto econômico.

Por outro lado, conforme seja a curvatura da função de produção, mais ou menos achatada em torno do ponto ótimo, pouca diferença poderá ocorrer na receita líquida do agricultor, caso ele esteja aplicando um pouco aquém do ponto ótimo, posto que a renda líquida sacrificada, com um nível menor do fator, pode ser encarada como uma espécie de seguro contra um ano agrícola desfavorável em termos de clima ou preços.

Esses trabalhos não citados, embora tenham sido consultados, serviram de orientação nas escolhas das variáveis que serão utilizadas nas especificações dos modelos. Antes, já foram úteis para a elaboração do questionário aplicado em campo.

3 - MATERIAL E MÉTODO

Este capítulo procura explicitar o processo de escolha dos locais em que se realizou a obtenção dos dados primários, para em seguida abordar a metodologia utilizada neste estudo, com ênfase nas questões pertinentes às variáveis empregadas.

3.1 - Área de Estudo

As culturas selecionadas para a Região Centro-Sul foram arroz, algodão, milho, soja e trigo. Com base no censo agrícola de 1970 e na sinopse preliminar do censo agropecuário de 1975 (IBGE), procedeu-se ao levantamento dos estabelecimentos, das áreas e quantidades produzidas, de acordo com as micro-regiões e os municípios, nos respectivos estados.

Através das micro-regiões com maior área cultivada e maior volume de produção, escolheram-se os principais municípios produtores e, em seguida, foi feita a confirmação nos órgãos de assistência técnica à agricultura.

3.2 - Informações Básicas

Os dados utilizados nesta pesquisa referem-se ao ano agrícola de 1977/78 e foram obtidos através de entrevistas diretas com os agricultores de uma relação obtida no município escolhido.

As entrevistas foram realizadas em setembro de 1978, pelos técnicos agrícolas do Instituto de Economia Agrícola, exceto para o Rio Grande do Sul, onde se contou com a colaboração dos engenheiros agrônomos da Secretaria de Agricultura daquele Estado.

O número de questionário por cultura, nos diferentes estados, constam do quadro 1.

QUADRO 1. - Distribuição do Número de Entrevistas para as Culturas e Estados

Estado	Arroz	Milho	Soja	Algodão	Trigo
São Paulo	28	70	64	39	—
Rio Grande do Sul	—	—	54	—	38
Minas Gerais	27	29	—	—	—
Mato Grosso do Sul	29	—	—	—	—

Era pretensão proceder ao levantamento de campo nos Estados de Goiás, Paraná e Santa Catarina, porém surgiram vários problemas que não puderam ser contornados. Entre eles, convém destacar a seca que ocorreu no ano agrícola 1977/78.

A discussão em torno da quebra de safra para o ano agrícola mereceu especial atenção de todos os órgãos responsáveis pela política agrícola do País. Com efeito, segundo revelaram levantamentos realizados, as perdas foram expressivas, quando se considera a média para o Brasil e, por vezes, drásticas para determinados produtos, em regiões cuja produção é de grande expressão para a economia regional.

A consolidação dessas informações resultou no quadro 2, onde pode-se observar as perdas esperadas para as cinco principais culturas.

A soja, por esses levantamentos, apresentou perdas que variaram de 10 por cento no Estado de Santa Catarina até 40 por cento em Goiás, observando-se que nos dois maiores estados produtores - Rio Grande do Sul e Paraná - as perdas foram estimadas em 30 por cento e 33 por cento, respectivamente.

Para o algodão nos Estados de São Paulo e Paraná, onde se concentra a produção da Região Centro-Sul, as perdas foram estimadas em 24 por cento e 51 por cento, respectivamente. No Estado de Goiás, a perda estimada foi da ordem de 50 por cento.

O arroz, no Rio Grande do Sul, não deve ter sofrido os efeitos diretos da seca, tendo em vista o seu sistema de cultivo por irrigação; contudo, nos estados maiores produtores de arroz de sequeiro, essas perdas foram de cerca de 50 por cento no Estado de Goiás, 23 por cento no Estado de Mato Grosso e 30 por cento em São Paulo.

As perdas para o milho nos Estados de Goiás e Paraná foram estimadas em 36 por cento; em Minas Gerais, 24 por cento; em Mato Grosso, 12 por cento; em São Paulo, 15 por cento; no Estado de Santa Catarina, 25 por cento.

Para o trigo, estimou-se uma perda média de cerca de 45 por cento, na região.

Caso fossem ignorados esses resultados físicos, apresentados pelas culturas objeto de análise na Região Centro-Sul do País, eles deveriam influenciar grandemente a consecução dos objetivos propostos, conforme será demonstrado na análise que se faz a seguir, onde se procura dar indicação econométrica do erro que se comete quando se utilizam dados "viesados".

3.3 - Análise da Qualidade das Informações para Estimar Funções de Produção

Na literatura econômica, vários textos têm mostrado a utilidade das funções de produção como guias na tomada de decisões do em-

QUADRO 2. - Previsão de Safras e Perda pela Seca para Cinco Culturas nos Principais Estados da Região Centro-Sul, Maio de 1978 (1)

Estado	Soja		Algodão		Arroz		Milho	
	Produção	Perda	Produção	Perda	Produção	Perda	Produção	Perda
	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)	(t)	(%)
Rio Grande do Sul	5.678.000	(30) 24	...	...	2.031.900	...	2.645.000	(25) 13
Santa Catarina	436.365	10	...	...	332.379	(36) 17	2.668.286	25
Paraná	4.700.000	33	415.860	(51) 41	853.328	74	...	(36)
São Paulo	768.000	(21) 21	486.000	(24) 31	360.000	(30) 25	2.244.000	(15,4) 20
Minas Gerais	105.588	...	81.200	...	636.000	...	2.743.200	(24)
Mato Grosso	695.250	22	74.810	....	2.108.188	(23) 18	303.997	12,5
Goiás	89.760	(40) ...	90.833	(50) ...	858.764	(50) 37	1.593.000	36
Produção esperada da região	12.475.963	26,2	1.148.703	28	7.180.559	20,5	12.197.483	22,4

(1) Os dados entre parênteses foram obtidos em meados de maio e início de junho, através de órgãos oficiais nos respectivos estados, principalmente nas Secretarias de Agricultura.

Fonte: Ministério da Agricultura.

presário agrícola. Porém, a menos que se disponha de estimativas empíricas relativamente seguras do acontecimento provável, o conhecimento de como as funções de produção podem ser algebricamente manipuladas para fornecer resultados econômicos significativos não têm utilidade prática. Ao estimar uma função com base em dados precisos, os processos estatísticos são geralmente usados como complemento da lógica econômica, física e biológica relevante ao processo particular de produção que está sendo examinado.

Tendo em vista que as técnicas estatísticas e os problemas mais importantes (ou mais limitativos) com relação às estimativas de funções de produção são de conhecimento amplo e de fácil acesso, por ora não serão abordados, uma vez que a parte de análise econométrica é sempre posterior à obtenção dos dados. Assim sendo, a preocupação maior se volta para a fase da coleta de dados, lembrando que as técnicas estatísticas, não obstante seu "alto poder", não podem ser usadas com segurança a partir de dados sujeitos a erros de difícil controle.

Erros de observação, de alguma magnitude, sempre estarão presentes, quer seja o erro intencional - provocado por falsa declaração de quem responde as perguntas; erro por falta de precisão (erros observáveis) - quer provocado não pela falsa declaração de quem responde as perguntas, mas sim pelo fornecimento de informações imprecisas ou, ainda, erros devido à exclusão de variáveis relevantes - implícitas na especificação do modelo. Pelo fato dos erros observáveis estarem geralmente presentes nos dados, o pesquisador tem elementos para poder considerá-los ou negligenciá-los.

Para elucidar o efeito dos erros observáveis, procura-se demonstrar o "viés" introduzido por esses erros.

No caso de erro na obtenção dos dados de uma das variáveis do modelo, considera-se uma equação explicativa com duas variáveis independentes, então o modelo I, na forma reduzida, seria

$$y = b_1x_1 + b_2x_2 \quad (1)$$

$$(x'x) = \begin{vmatrix} \Sigma x_1^2 & \Sigma x_1^2 \\ \Sigma x_1x_2 & \Sigma x_2^2 \end{vmatrix} \quad \text{e} \quad (x'y) = \begin{vmatrix} \Sigma x_1y \\ \Sigma x_2y \end{vmatrix}$$

$$B = (x'x)^{-1} (x'y)$$

$$B = \frac{1}{\Delta} \begin{vmatrix} \Sigma x_2^2 & -\Sigma x_1 x_2 \\ -\Sigma x_1 x_2 & \Sigma x_1^2 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \Sigma x_1 y \\ \Sigma x_2 y \end{vmatrix}$$

$$\hat{b}_1 = \frac{\Sigma x_2^2 \cdot \Sigma x_1 y - \Sigma x_1 x_2 \cdot \Sigma x_2 y}{\Delta} \quad (2)$$

$$\hat{b}_2 = \frac{\Sigma x_1^2 \cdot \Sigma x_2 y - \Sigma x_1 x_2 \cdot \Sigma x_1 y}{\Delta} \quad (3)$$

$$\Delta \text{ (determinante)} = \Sigma x_1^2 \cdot \Sigma x_2^2 - (\Sigma x_1 x_2)^2$$

Porém, quando ocorrer um "viés" com a variável y, através de uma informação sistematicamente inferior ao valor que deveria ser, o pesquisador estaria adotando o modelo II que seria

$$\omega = \hat{c}_1 x_1 + \hat{c}_2 x_2 \quad (4)$$

onde $\omega = Ky, 0 < k < 1$ (5)

No cálculo dos parâmetros \hat{c}_1 e \hat{c}_2 , obtêm-se

$$\hat{c}_1 = \frac{k (\Sigma x_2^2 \Sigma x_1 y - \Sigma x_1 x_2 \Sigma x_2 y)}{\Delta} \quad (6)$$

$$\hat{c}_2 = \frac{k (\Sigma x_1^2 \Sigma x_2 y - \Sigma x_1 x_2 \Sigma x_1 y)}{\Delta} \quad (7)$$

Comparando-se (6) com (2) e (7) com (3), obtêm-se

$$\hat{c}_1 = k \bar{b}_1 \quad (8)$$

$$\hat{c}_2 = k \bar{b}_2 \quad (9)$$

Por sua vez, ao se calcular os produtos marginais para x_1 nos modelos I e II obtêm-se

$$PMa_I = \bar{b}_1 \frac{y}{x_1} \quad (10)$$

$$PMa_{II} = \hat{c}_1 \frac{W}{x_i} \quad (11)$$

Comparando-se as relações (5), (8), (10) e (11), tem-se que

$$PMa_{II} = k^2 PMa_I \quad (12)$$

Conseqüentemente, o produto marginal do modelo II é menor que o produto marginal do modelo I.

Por isso, tendo em vista que 1977/78 caracterizou-se por ser um ano agrícola atípico, procurou-se equacionar o problema dos erros que estariam implícitos através da utilização de uma amostra intencio-

nal, onde a propriedade levantada tivesse sofrido um mínimo de efeito da seca.

3.4 - Modelo Estatístico

As análises de funções de produção fundamentam-se na hipótese de que existe uma relação funcional entre a quantidade de fatores de produção utilizados e o rendimento obtido. Com efeito, a produção é vista como um processo através do qual os fatores de produção são transformados em produto.

Não será tratada neste estudo a fundamentação teórica da função de produção, uma vez que seu uso é bastante conhecido, assim como suas limitações.

De um modo geral, pode-se representar a função de produção pelo modelo:

$$Y = F(X_1, X_2 \dots X_n / F_1, F_2 \dots F_m / Z_1, Z_2 \dots Z_k)$$

onde

Y = é a quantidade produzida

$X_1, X_2 \dots X_n$ = são as quantidades de fatores variáveis;

$F_1, F_2 \dots F_m$ = são as quantidades de fatores fixos;

$Z_1, Z_2 \dots Z_k$ = são os fatores que não podem ser controlados pelo pesquisador.

DE JANVRY (1972) apresenta a função potência generalizada da seguinte forma:

$$Y = A \cdot \prod X_i^{J_k(x)} \cdot e^{g(x)} \cdot u_0$$

onde

Y = é a quantidade produzida

X_i = ($i = 1 \dots n$) = fatores de produção;

A = termo constante;

e = a base do logaritmo neperiano;

X = variável indexada; e

u_0 = erro.

Esta função apresenta a vantagem de ter como casos particulares as funções Cobb-Douglas, Ulveling-Fletcher e Transcedente, conforme seja o comportamento de $J_k(X)$ e $g(X)$. Não apresenta desvantagens de ordem empírica e pode ser estimada através do método dos quadrados mínimos.

Se a função Cobb-Douglas apresenta desvantagem de retornos constantes à escala, na Ulveling-Fletcher as elasticidades parciais de produção são variáveis, e com a Transcedente se tem a possibilidade de testar quais os fatores que estariam deslocando o nível da função de produção, fato que é de grande interesse quando se tem em mente alternativas de políticas agrícolas a serem postas em prática.

Conforme se expresse a variável Y , tem-se o modelo de produção se for em produção total; ou o modelo produtividade, se for em produção por área, com os fatores de produção (X_i) expressos em unidade por área.

3.5.- Definição das Variáveis

A seguir, são apresentadas as variáveis que se consideram relevantes para análise.

- Produtividade da cultura (Y)

Representa a produção por unidade de área, no ano agrícola 1977/78. É expressa em sacos de 60kg por alqueire (ou hectare) ou por unidade mais apropriada conforme a cultura.

- Gerência (X_1)

Representa os pontos obtidos em uma escala de 1 até 100. A escala pretende classificar os proprietários conforme seu grau de educação formal e informal.

- Fertilidade da terra (X_2)

Esta é uma variável binária ("dummy variable"), usada para testar se há ou não diferença entre solos em que se cultivou a cultura.

As propriedades definidas pelo entrevistado como terra de primeira receberam o valor 10, as outras valor 1, ou zero, conforme, se utilize a transformação logarítmica ou não.

- Trabalho humano (X_3)

Representa o trabalho do proprietário e de sua família, do trabalhador permanente e assalariado efetivamente aplicado na cultura por unidade de área, no ano agrícola em questão; expressa em cruzeiro.

- Dias máquinas (X_4)

Representa os dias de uso de trator na cultura por unidade de área, no ano agrícola 1977/78; expressa em dias.

- Sementes (X_5)

Representa o valor gasto com a cultura por unidade de área, em 1977/78; expressa em cruzeiro.

- Valor gasto com defensivos e herbicidas (X_6)

Representa o valor gasto com o uso de defensivos e herbicidas, por unidade de área em 1977/78; expressa em cruzeiro.

- Fertilizantes (X_7)

Representa a somatória das quantidades dos nutrientes nitrogenados, potássicos e fosfatados, por unidade de área; em quilogramas.

- Valor dos fertilizantes (X_8)

Representa o valor gasto com fertilizantes, por unidade de área, em 1977/78; expressa em cruzeiro.

- Montante em crédito (X_9)

Representa o valor do financiamento para a cultura, por unidade de área em 1977/78; expressa em cruzeiro.

- Área cultivada (X_{10})

Representa a área total cultivada com a cultura no ano em estudo; expressa em alqueire (2,42ha) ou em hectare.

- Valor dos defensivos (X_{11})

Representa o valor gasto com defensivos por unidade de área, no ano agrícola de 1977/78; expressa em cruzeiro.

- Valor dos herbicidas (X_{12})

Representa o valor gasto com herbicidas, por unidade de área, no ano agrícola de 1977/78; expressa em cruzeiro.

3.6 - Considerações a Respeito da Definição e Cálculo das Variáveis

As variáveis já definidas procuram dar uma idéia de como se organizam os fatores do processo produtivo. As variáveis usadas em trabalho de função de produção, às vezes, encerram muitas limitações quanto ao método de medidas e à conceituação.

Com relação à variável gerência (X_1), elaborou-se um índice através da ponderação de nove itens, que procuram evidenciar aspectos da educação formal e informal do agricultor.

Embora a preocupação esteja voltada para o modelo produtividade, a inclusão da variável área cultivada (X_{10}) serve para dar indicação acerca dos retornos à escala.

Com relação à variável trabalho humano (X_3), obteve-se a informação dos dias gastos com mão-de-obra na cultura, sendo esta proveniente do proprietário e família, trabalhador permanente e assalariado, mas também se obteve informação para o valor gasto em cruzeiro com empreitadas, quando ocorressem, evidentemente, substituindo dias gastos com a mão-de-obra. Então, decidiu-se expressar esta variável em cruzeiro.

Dificuldade maior se nota com a especificação do fator capital fixo. Normalmente, este fator costuma aparecer medido através do valor do estoque de capital em benfeitorias e equipamento. Entretanto, o que interessa para fins de estudo da função de produção é o fluxo de serviços deste estoque de capital no período considerado. Há várias maneiras de se medir este fluxo, normalmente utilizando-se técnicas de depreciação e calculando-se os juros sobre os investimentos e possíveis

reparos ou através dos números de dias de uso das máquinas e equipamentos. No caso, escolheu-se o número de dias de uso de trator; este tipo de medida está sujeito a erros provenientes da variabilidade de potências das máquinas, que não foram possíveis contornar. Neste sentido, a variável dias-máquina (X_4) representa uma aproximação do fluxo de serviços do capital.

Na variável sementes (X_5), existe a possibilidade de se medir alternativamente tanto em unidades físicas como monetárias. A escolha recaiu para se medir o valor da semente em cruzeiro, pois assim é provável que as diferenças genéticas dos diferentes tipos de sementes estivessem sendo quantificadas.

Nas culturas em análise, ocorre um diferenciado procedimento agrônomo quanto à utilização de defensivos e herbicidas. Por isso, inicialmente utilizou-se a somatória dos valores gastos com defensivo e herbicidas (X_6), para em seguida desmembrar em valor dos defensivos (X_{11}) e valor dos herbicidas (X_{12}), conforme fosse a importância do uso desses insumos na cultura.

Com relação a fertilizantes, utilizou-se a variável fertilizantes (X_7) medida em quilograma de nutrientes ($N+P+K$) e o valor em cruzeiro gasto em fertilizantes (X_8).

Para se medir a utilização de crédito rural, foi usada a variável montante de crédito (X_9) para a cultura.

Para medir as diferenças de fertilidade da terra (X_2), utilizou-se uma variável binária, que assumiu valor 10, caso fosse terra de primeira e valor 1 ou zero, caso fosse de qualidade inferior.

Por fim, a variável produtividade (Y) foi obtida através da quantidade produzida somada com a porcentagem de perdas no ano agrícola, dividida pela área cultivada.

4 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme era esperado, uma mesma especificação do modelo produtividade não se ajustaria bem às culturas e aos estados selecionados, o que tornou necessária uma seleção das variáveis que melhor explicariam o processo produtivo nos diferentes casos.

Os coeficientes de correlação simples entre as variáveis explicativas e o produto total apresentaram-se com valores elevados, como também foram altas as correlações entre área cultivada e os outros fatores de produção.

Porém, no modelo produtividade, as correlações simples são baixas e com isso os problemas de multicolinearidade se reduzem. A-

lém disso, o modelo tem a vantagem de apresentar as variáveis numa forma mais adequada para análise, já que o interesse é verificar até que ponto a produtividade da cultura varia com o uso de insumos.

Um problema surge com relação à medida dos retornos à escala no modelo produtividade. Quando da divisão das variáveis pela área cultivada (X_{10}), pressupõe-se que a somatória dos coeficientes é igual à unidade, o que significa ser o rendimento à escala fixo e constante, restringindo em parte as análises econômicas da função a se obter.

Neste estudo, a variável área cultivada será acrescida em algumas regressões, pois o coeficiente k da variável X_{10} será o medidor dos retornos à escala e este será crescente, constante ou decrescente, conforme assuma valores estatisticamente positivos, nulos ou negativos, respectivamente. A sua significância estatística será dada pelo teste "t" de Student.

CAMARGO (3) demonstra esta vantagem adicional que se obtém ao se introduzir a variável área cultivada no modelo produtividade, que é feita a seguir.

Seja uma função de produção com três variáveis dependentes:

$$Y = A X_{10}^{b_1} \cdot X_2^{b_2} \cdot X_3^{b_3} \cdot e \quad (1)$$

Admitindo-se $b_1 + b_2 + b_3 = 1$, então

$$X_{10}^1 = X_{10}^{b_1} \cdot X_{10}^{b_2} \cdot X_{10}^{b_3} \quad (2)$$

Dividindo a equação (1) por X_{10}^1 , resulta

$$\frac{Y}{X_{10}} = A \cdot \frac{X_{10}^{b_1}}{X_{10}^{b_1}} \cdot \frac{X_2^{b_2}}{X_{10}^{b_2}} \cdot \frac{X_3^{b_3}}{X_{10}^{b_3}} \cdot e \quad (3)$$

ou

$$\frac{Y}{X_{10}} = A \cdot \left(\frac{X_2}{X_{10}} \right)^{b_2} \cdot \left(\frac{X_3}{X_{10}} \right)^{b_3} \cdot e \quad (4)$$

Admitindo-se que $b_1 + b_2 + b_3 = 1 + k$, obtém-se

$$\frac{Y}{X_{10} : X_{10}^k} = A \left(\frac{X_2}{X_{10}} \right)^{b_2} : \left(\frac{X_3}{X_{10}} \right)^{b_3} : e \quad (5)$$

$$\frac{Y}{X_{10}} = A \left(\frac{X_2}{X_{10}} \right)^{b_2} \cdot \left(\frac{X_3}{X_{10}} \right)^{b_3} \cdot X_{10}^k \cdot e \quad (6)$$

Em cada equação escolhida procurou-se calcular o valor do produto marginal de cada fator (X_i), através das médias dos valores observados na amostra; com isso foi impossível obter uma indicação do uso do fator. Também foi calculado o produto marginal de cada fator (X_i) em cada propriedade; dessa forma obteve-se a indicação de como o fator X_i estaria sendo usado em uma propriedade qualquer.

Foi escolhido para análise econômica o modelo produtividade na forma logarítmica, embora se tivessem testado as formas linear e quadrática.

4.1 - Arroz

Em cada estado, o número de propriedades entrevistadas que forneceram os dados básicos se aproximaram de trinta.

Através da área cultivada, percebe-se que a amostra de São Paulo forneceu um número maior de pequenos agricultores, pois com a média obtida de 16,6 alqueires cultivados com arroz, cerca de 12 agricultores apresentaram área cultivada abaixo de 5,0 alqueires. Minas Gerais, com a área cultivada média de 45,8 alqueires, representou uma posição de médios agricultores (quatro deles com área acima de 100,0 alqueires). Enquanto que Mato Grosso do Sul, com a média de 265,4 alqueires, representou os grandes agricultores (21 deles com área acima de 100,0 alqueires).

O volume de crédito por alqueire alcançou o valor de Cr\$2.832,80 para Minas Gerais; de Cr\$4.295,20, para São Paulo, e,

finalmente, Cr\$4.417,00 para Mato Grosso do Sul.

Os gastos com sementes por alqueire foram homogêneos nos três estados, variando entre Cr\$431,30 (SP) e Cr\$466,20 (MS).

A utilização de fertilizantes foi maior para São Paulo com 326,6kg de NPK por alqueire; Minas Gerais, com 173,1kg e Mato Grosso do Sul com 207,2kg (quadro 3).

Com relação à utilização de nitrogênio por alqueire, o maior uso foi para São Paulo, com 118,30kg, e o menor para Minas Gerais com 15,7kg. A utilização de fósforo apresentou-se relativamente homogênea, com valores entre 120,8kg e 126,7kg, por alqueire. Para potássio, o consumo em São Paulo foi de 81,6kg por alqueire, e em Minas Gerais, 33,5kg por alqueire.

A proporção entre os nutrientes que prevaleceu em cada amostra foi 1: 7,9: 2,3 para Minas Gerais; 1: 5,5: 2,9 para Mato Grosso do Sul; e 1: 1,1: 0,7 para São Paulo.

Com relação à produtividade, observa-se o maior valor em São Paulo, com 75,9 sacos por alqueire, em seguida Mato Grosso do Sul com 53,9, e Minas Gerais com 45,1. Estas produtividades, obtidas nas amostras, são superiores às médias dos estados.

4.1.1 - Minas Gerais

Foram testados seis modelos com os coeficientes de determinação variando de 0,4396 a 0,6144, e o teste "F" só não foi significativo no modelo II (quadro 4).

O parâmetro (b_3) de trabalho humano apresentou o teste "t" com significância ao nível de 5,0 por cento, exceto nos modelos em que se incluiu a variável área cultivada (X_{10}).

O parâmetro da variável valor de fertilizantes (X_8) não se apresentou estatisticamente significativo, porém a medida alternativa utilizada, dos fertilizantes medidos em quilograma (X_7), teve o teste "t" significativo, ao nível de 5,0 por cento, nos modelos V e VI.

As variáveis sementes (X_5), fertilidade da terra (X_2), e dias máquina (X_4) apresentaram-se com os testes "t" dos parâmetros não estatisticamente significativos.

Da mesma forma, a variável montante em crédito (X_9) apresentou-se com o teste "t" não significativo e com sinal negativo, exceto nos modelos III e IV, onde o sinal foi positivo.

A variável valor gasto com defensivos e herbicidas (X_6) apresentou-se não estatisticamente significativa, com o sinal negativo, mas ao se desagregar o valor dos defensivos (X_{11}) o sinal permaneceu nega-

QUADRO 3. - Valores Médios da Amostra e Média por Alqueire para a Cultura de Arroz, nos Estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo, Ano Agrícola 1977/78

Item	Unidade	Média da amostra			Média por alqueire		
		Minas Gerais	Mato Grosso do Sul	São Paulo	Minas Gerais	Mato Grosso do Sul	São Paulo
Área	Alqueire	45,8	265,4	16,6	-	-	-
Mão-de-obra	Cr\$	54.305,6	89.552,9	35.552,9	1.185,7	337,4	2.120,8
Dias máquinas	dia	62,6	181,3	43,7	1,4	0,7	2,6
Sementes	Cr\$	19.897,1	123.730,0	7.159,4	434,4	466,2	431,3
Herbicidas	Cr\$	741,7	0,0	1.400,9	16,2	0,0	84,4
Defensivos	Cr\$	1.325,2	32.468,0	1.875,5	28,9	122,3	113,0
Nitrogênio	kg	717,8	5.778,6	1.963,9	15,7	21,8	118,3
Fósforo	kg	5.674,4	32.059,3	2.103,9	123,9	120,8	126,7
Potássio	kg	1.534,6	17.169,0	1.353,8	33,5	64,7	81,6
Fertilizantes, NPK	kg	7.928,8	55.006,8	5.421,6	173,1	207,2	326,6
Valor dos fertilizantes	Cr\$	56.887,7	513.214,0	40.036,2	1.242,1	1.933,7	2.411,8
Crédito	Cr\$	129.744,0	1.172.220,0	71.300,8	2.832,8	4.417,0	4.295,2
Gerência	(1)	57,0	51,3	60,0	-	-	-
Fertilidade	(2)	0,4	-	-	-	-	-
Produção esperada	sc.60kg	2.065,7	14.315,9	1.259,6	45,1	53,9	75,9
Observações	nº	27	29	28	27	29	28

(1) Esta variável foi medida em uma escala de 1 a 100.

(2) A variável binária fertilidade assumiu valores 1 e 0, conforme o solo fosse de boa fertilidade ou não.

QUADRO 4. - Modelos Alternativos Testados nas Estimativas da Função Produtividade para a Cultura de Arroz no Estado de Minas Gerais, Ano Agrícola, 1977/78

Item	Modelo e coeficiente de regressão (teste "t" entre parênteses)					
	I	II	III	IV	V	VI
Intercepto (a)	0,9426 (-0,032)	0,8465 (-0,077)	1,2818 (0,145)	1,1689 (0,080)	1,072 (0,040)	1,1603 (0,097)
Gerência (b ₁)	0,2695 0,665	0,4103 (0,956)	0,4207 (1,104)	0,5404 ^d (1,391)	0,2527 (0,662)	0,2443 (0,669)
Fertilidade da terra (b ₂)	0,0985 (0,451)	0,0350 (0,143)	-0,0432 (-0,203)	-0,1029 (-0,452)	-	-
Trabalho humano (b ₃)	0,1689 ^b (2,498)	0,1547 ^c (2,048)	0,0514 (0,605)	0,0209 (0,235)	0,1861 ^b (2,834)	0,1897 ^a (3,411)
Dias máquinas (b ₄)	-0,0007 (-0,008)	0,0302 (0,299)	-0,0239 (-0,273)	-0,0078 (-0,009)	0,0272 (0,308)	0,0300 (0,364)
Sementes (b ₅)	0,0232 (0,165)	0,0534 (0,355)	0,1854 (1,220)	0,2321 ^d (1,496)	0,0149 (0,111)	-
Valor gasto com defensivos e herbicidas (b ₆)	-0,0187 (-0,592)	-0,0215 (-0,629)	-0,0250 (-0,854)	-0,0277 (-0,900)	-	-
Fertilizantes (b ₇)	0,3571 ^c (2,010)	-	0,2665 ^d (1,570)	-	0,3512 ^b (2,255)	0,3530 ^b (2,340)
Valor dos fertilizantes (b ₈)	-	0,1773 (0,935)	-	0,1386 (0,811)	-	-
Montante em crédito (b ₉)	-0,0229 (-0,902)	-0,032 (-0,845)	0,0084 (0,301)	0,0133 (0,455)	-0,0181 (-0,609)	-0,0168 (-0,628)
Área cultivada (b ₁₀)	-	-	-0,2237 ^c (-2,039)	-0,2599 ^b (-2,327)	-	-
Valor dos defensivos (b ₁₁)	-	-	-	-	-0,0629 (-1,308)	-0,0637 ^d (-1,373)
Valor dos herbicidas (b ₁₂)	-	-	-	-	-	-
Valor do R ²	0,5201	0,4396	0,6144	0,5750	0,5483	0,5480
Valor do F (N = 27)	2,4387	1,7649	3,0100	2,5556	3,2951	4,0417

Obs.: - Significativo ao nível de: a 1 por cento; b 5 por cento; c 10 por cento; d 20 por cento.

tivo e foi estatisticamente significativa ao nível de 20 por cento.

A variável gerência (X_1) com sinal positivo é estatisticamente significativa apenas no modelo IV, dando um efeito positivo na produtividade, porém o parâmetro para o teste bilateral atinge nível de significância entre 0,50 e 0,20, indicando que a possibilidade de cometer um erro do tipo II é relativamente grande, caso se ignore sua influência.

Através do parâmetro da variável área cultivada (X_{10}) observa-se que os retornos à escala são decrescentes e da ordem de 0,77.

A equação VI serviu para calcular os produtos marginais ($PMaX_i$) e respectivos intervalos de confiança, e sua comparação com a relação inversa de preços (PX_i/PY) consta do quadro 5.

Quando se observa o intervalo de confiança do produto marginal ($PMaX_3$) para a variável trabalho humano, percebe-se que a relação de preço PX_3/PY é maior e se encontra fora do intervalo, o que indica o emprego deste fator além do ótimo econômico.

Contudo, é possível calcular produto marginal para X_3 em cada propriedade entrevistada e conseqüentemente verificar o ótimo econômico para cada agricultor; assim, observa-se que 26 propriedades estão com uso excessivo para o fator X_3 e apenas uma se encontra no intervalo de confiança da combinação ótima.

Quanto à variável dias máquinas (X_4), o produto marginal é menor que a relação de preços (PX_4/PY) e se encontra no intervalo de confiança. Porém, ao se comparar o uso deste fator em cada propriedade, verifica-se que este se encontra dentro do intervalo de confiança da combinação ótima de uso.

A variável fertilizantes (X_7) apresenta o produto marginal maior que a relação inversa de preço (PX_7/PY) e dá indicação, em termos de valor médio, de que seu uso deveria ser incrementado para atingir o ótimo econômico. Porém, ao nível de propriedade, observa-se que quatro delas deveriam reduzir o uso de X_7 , duas deveriam aumentá-lo e as demais se encontram no intervalo de confiança da combinação ótima.

As variáveis montante em crédito (X_9) e valor de defensivos (X_{11}) tiveram seus produtos marginais com valores negativos, evidenciando um uso excessivo destes fatores; porém tais resultados precisam ser encarados com certa ressalva, especialmente no caso da variável X_9 , dada a não significância estatística aos níveis desejados.

4.1.2 - Mato Grosso do Sul

Nenhum dos ajustamentos feitos para a cultura de arroz apre-

QUADRO 5. - Produto Marginal e Intervalo de Confiança, Relação entre Preço do Fator e do Produto para a Equação Seleccionada para Arroz, Estado de Minas Gerais, Ano Agrícola, 1977/78

Item	Variável	PMax _i (¹)	Intervalo de Confiança	
			para PMax _i (2)	PX _i /PY(3)
Gerência	X ₁	0,2364	-0,500 a 0,972	--
Trabalho humano	X ₃	0,0085	0,003 a 0,014	0,3458
Dias máquinas	X ₄	1,7070	-8,051 a 11,465	1,8560
Fertilizantes	X ₇	0,1480	0,014 a 0,282	0,0335
Montante em crédito	X ₉	-0,0024	-0,010 a 0,005	0,0047
Valor dos defensivos	X ₁₁	-0,6540	-1,652 a 0,344	0,0047

(1) Os produtos marginais (PMax_i) foram calculados utilizando-se as médias geométricas dos valores observados na amostra.

(2) Intervalo de confiança a 5,0 por cento de probabilidade.

(3) Preço do produto (PY) e preço dos fatores (PX_i).

sentou um teste "F" estatisticamente diferente de zero ao nível de 0,05 de probabilidade, embora o poder explicativo das variáveis explicativas variasse de 0,4932 a 0,3671.

O coeficiente da variável trabalho humano (X_3) mostrou-se estatisticamente diferente de zero aos níveis de 10 por cento e 20 por cento, o mesmo ocorrendo com a variável gasto com defensivos e herbicidas (X_6). A variável montante em crédito (X_9), nos modelos II, V e VI, mostrou-se significativa ao nível de 20 por cento, e a variável gerência (X_1) entre 30 por cento e 50 por cento.

Para servir de comparação, os modelos ajustados encontram-se no quadro 6.

4.1.3 - São Paulo

Os valores do teste "F" foram inferiores à unidade e não significativos; o poder explicativo das variáveis variou entre 0,0728 e 0,1600, sendo o mais baixo dos três casos para arroz. Os modelos testados constam do quadro 7.

As variáveis gerência (X_1), fertilizantes (X_7) e fertilidade da terra (X_2) apresentaram-se com o teste "t" dos parâmetros com significância entre 30 por cento e 40 por cento.

4.2 - Milho

O levantamento de campo foi efetuado em Minas Gerais, em vinte e sete propriedades entrevistadas, e no Estado de São Paulo, em 70. Os valores médios para amostra se encontram no quadro 8.

A média de área cultivada foi de 35,4 alqueires em Minas Gerais e de 49,8 alqueires em São Paulo. O valor médio dos gastos em mão-de-obra por alqueire foi de Cr\$1.422,20 em Minas Gerais, contra Cr\$1.010,70 em São Paulo. Porém, essa situação se inverte quanto ao valor médio de dias máquinas por alqueire, onde São Paulo apresentou o valor 2,6, contra 1,6 em Minas Gerais.

Com relação aos gastos com defensivos e com herbicidas, os valores médios em São Paulo foram de Cr\$132,20 e Cr\$127,50, por alqueire, respectivamente para defensivos e herbicidas.

Os valores médios para os gastos com fertilizantes foram de Cr\$2.123,20 em São Paulo, e Cr\$1.547,10 em Minas Gerais.

O consumo de NPK por alqueire, em São Paulo foi de 240,2kg, contra 179,8kg em Minas Gerais.

Quanto ao consumo dos nutrientes individuais, a maior utiliza-

QUADRO 6. - Modelos Alternativos Testados nas Estimativas da Função Produtividade para a Cultura de Arroz no Estado de Mato Grosso do Sul, Ano Agrícola 1977/78

Item	Modelo e coeficiente de regressão (teste "t" entre parênteses)					
	I	II	III	IV	V	VI
Intercepto (a)	1,5012 (0,154)	1,2248 (0,080)	1,1422 (0,052)	0,8714 (-0,055)	0,4635 (-0,312)	0,9961 (-0,002)
Gerência (b ₁)	0,2613 (1,105)	0,2728 (1,194)	0,1648 (0,693)	0,2021 (0,872)	0,2606 (1,071)	0,2731 (1,152)
Fertilidade da terra (b ₂)	0,1797 (1,200)	0,1072 (0,729)	0,1640 (1,127)	0,0935 (0,644)	—	—
Trabalho humano (b ₃)	0,1059 ^d (1,329)	0,0503 (0,618)	0,2237 ^c (2,038)	0,1507 ^d (1,343)	0,0748 (0,950)	0,0905 ^d (1,324)
Dias máquinas (b ₄)	0,0013 (0,030)	0,0096 (0,223)	0,0162 (0,377)	0,0213 (0,491)	0,0180 (0,421)	0,0145 (0,353)
Sementes (b ₅)	-0,0202 (-0,079)	0,1058 (0,399)	-0,1097 (-0,432)	0,0216 (0,080)	0,1023 (0,430)	—
Valor gasto com defensivos e herbicidas (b ₆)	-0,0233 ^d (-1,572)	-0,0226 ^d (-1,566)	-0,0304 ^c (-2,011)	-0,0281 ^c (-1,838)	-0,0311 (-1,098)	—
Fertilizantes (b ₇)	0,0480 (0,298)	—	0,0945 (0,594)	—	-0,0361 (-0,240)	-0,0259 (-0,177)
Valor dos fertilizantes (b ₈)	—	-0,1424 (-0,888)	—	-0,1035 (-0,644)	—	—
Montante em crédito (b ₉)	0,2049 (0,870)	0,3322 ^d (1,469)	0,1323 (0,567)	0,2743 (1,207)	0,3518 ^d (1,676)	0,3109 ^d (1,693)
Área cultivada (b ₁₀)	—	—	0,1752 ^d (1,511)	0,1478 (1,277)	—	—
Valor dos defensivos (b ₁₁)	—	—	—	—	—	-0,0285 (-1,051)
Valor dos herbicidas (b ₁₂)	—	—	—	—	—	—
Valor do R ²	0,4305	0,4497	0,4916	0,4932	0,3671	0,3671
Valor do F (N = 29)	1,8898	2,0426	2,0411	2,0543	1,7404	2,0766

Obs.: - Significativo ao nível de: a 1 por cento; b 5 por cento; c 10 por cento; d 20 por cento.

QUADRO 7. - Modelos Alternativos Testados nas Estimativas da Função Produtividades para a Cultura de Arroz, no Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1977/78

Item	Modelo e coeficiente de regressão (teste "t" entre parênteses)							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Intercepto (a)	2,3247 (0,310)	7,0280 (0,709)	1,2739 (0,081)	7,3596 (0,690)	2,3438 (0,387)	2,2830 (0,365)	2,2682 (0,355)	3,9749 (0,526)
Gerência (b1)	0,4238 (1,050)	0,3370 (0,811)	0,5419 (1,155)	0,3232 (0,694)	0,3808 (1,024)	0,3787 (0,995)	0,3738 (0,958)	0,3897 (0,976)
Fertilidade da terra (b2)	0,2254 (0,749)	0,1000 (0,333)	0,2637 (0,836)	0,0978 (0,316)	—	0,2910 (1,189)	0,2948 (1,173)	—
Trabalho humano (b3)	0,0821 (0,593)	0,1025 (0,706)	0,0826 (0,585)	0,1017 (0,680)	0,0322 (0,293)	0,0361 (0,309)	0,0346 (0,290)	0,0296 (0,242)
Dias máquinas (b4)	-0,0594 (-0,372)	-0,0253 (-0,152)	-0,0746 (0,451)	-0,0244 (-0,143)	0,029 (0,021)	0,0018 (0,013)	0,0007 (0,004)	-0,0104 (-0,072)
Sementes (b5)	-0,2030 (-0,742)	-0,1421 (-0,497)	-0,2341 (-0,821)	-0,1400 (-0,473)	—	—	—	-0,1228 (-0,483)
Valor gasto com defensivos e herbicidas (b6)	0,004 (0,012)	0,0016 (0,050)	-0,0038 (-0,116)	0,0022 (0,063)	—	—	—	—
Fertilizantes (b7)	0,3885 ^d (1,405)	—	0,4581 ^d (1,471)	—	0,2926 (1,224)	—	—	0,3183 (1,221)
Valor dos fertilizantes (b8)	—	0,1196 (0,541)	—	0,1186 (0,521)	—	—	—	—
Montante em crédito (b9)	0,0166 (0,587)	0,0162 (0,533)	0,0259 (0,764)	0,0150 (0,430)	—	0,0032 (0,123)	0,0039 (0,144)	0,0068 (0,243)
Área cultivada (b10)	—	—	-0,0584 (-0,525)	0,0079 (0,075)	—	—	—	—
Valor dos defensivos (b11)	—	—	—	—	—	—	0,0073 (0,163)	0,0024 (0,053)
Valor dos herbicidas (b12)	—	—	—	—	—	—	—	—
Valor do R ²	0,1472	0,0728	0,1600	0,0731	0,1040	0,1047	0,1059	0,1161
Valor do F (N = 28)	0,4098	0,1865	0,3810	0,1577	0,6677	0,5143	0,4141	0,3753

Obs.: - Significativo ao nível de: a 1 por cento; b 5 por cento; c 10 por cento; d 20 por cento.

QUADRO 8. - Valores Médios da Amostra e Média por Alqueire para a Cultura de Milho, nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, Ano Agrícola 1977/78

Item	Unidade	Média da amostra		Média por alqueire	
		Minas Gerais	São Paulo	Minas Gerais	São Paulo
Área	Alqueire	35,4	49,8	—	—
Mão-de-obra	Cr\$	50.344,3	50.331,9	1.422,2	1.010,7
Dias máquinas	dia	55,3	127,1	1,6	2,6
Sementes	Cr\$	8.250,7	13.628,5	233,1	273,7
Herbicidas	Cr\$	39,7	6.348,8	1,1	127,5
Defensivos	Cr\$	489,9	6.582,7	13,8	132,2
Nitrogênio	kg	1.262,8	3.516,1	35,7	70,6
Fósforo	kg	3.203,4	5.657,9	90,5	113,6
Potássio	kg	1.899,9	2.786,1	53,7	55,9
Fertilizantes NPK	kg	6.366,1	11.960,1	179,8	240,2
Valor dos fertilizante	Cr\$	54.768,8	105.735,0	1.547,1	2.123,2
Crédito	Cr\$	110.440,0	254.705,0	3.119,8	5.114,6
Gerência	(1)	56,1	60,0	—	—
Fertilidade	(2)	0,6	0,4	—	—
Produção esperada	t	2.294,3	7.011,9	64,8	140,8
Observações	nº	27	70		

(1) Esta variável foi medida em uma escala de 1 a 100.

(2) A variável binária fertilidade assumiu valores 1 a 0, conforme o solo fosse de boa fertilidade ou não.

ção se deu em São Paulo e a proporção foi de 1: 1,6: 0,8, enquanto que em Minas Gerais a proporção foi de 1: 2,5: 1,5.

O crédito utilizado apresentou valor de Cr\$5.114,60 por alqueire em São Paulo e de Cr\$3.119,80 por alqueire em Minas Gerais.

A produtividade para a cultura de milho foi de 64,8 sacos por alqueire em Minas Gerais, e de 140,8 sacos por alqueire em São Paulo.

4.2.1 - Minas Gerais

Foram testados seis modelos, e os coeficientes de determinação variaram de 0,5015 a 0,5247; o teste "F" só não foi significativo nos modelos III e IV (quadro 9).

O parâmetro (b_3) da variável trabalho humano apresentou o teste "t" significativo em todas as equações ajustadas; o nível de significância variou entre 5 por cento e 20 por cento.

O parâmetro (b_4) da variável dias máquinas apresentou o teste "t" com significância estatística ao nível de 5 por cento.

O parâmetro (b_1) da variável gerência teve o teste "t" com significância estatística entre 10 por cento e 20 por cento nos modelos I a IV, ao passo que nos demais variou entre 40 por cento e 50 por cento.

O parâmetro (b_7) da variável fertilizantes apareceu com o sinal negativo, quando se incluiu no modelo a variável fertilidade da terra (X_2); quando X_7 não estava acompanhado de X_2 , o sinal apresentado foi positivo e os níveis de significância estiveram entre 20 por cento e 50 por cento.

A variável sementes (X_5) apresentou parâmetro com sinal positivo e o teste "t" significativo ao nível de 40 por cento e 50 por cento.

A variável montante em crédito (X_9) apresentou sinal negativo e com teste "t" indicando que os coeficientes obtidos nos diversos modelos não são estatisticamente diferentes de zero.

A variável valor gasto com defensivos e herbicidas (X_6) apresentou o teste "t" significativo aos níveis de 40 por cento e 50 por cento, porém, ao ser desagregada em valor de defensivos (X_{11}), mostrou coeficientes não estatisticamente diferentes de zero.

A inclusão da variável área cultivada (X_{10}), com o objetivo de se especular acerca do retorno à escala, mostra um retorno constante, em que pese o parâmetro (b_{10}) obtido apresentar valores negativos, porém o seu nível de significância foi de 50 por cento.

A equação VII foi escolhida para se calcular os produtos marginais e respectivos intervalos de confiança e sua comparação com a re-

QUADRO 9. - Modelos Alternativos Testados nas Estimativas da Função Produtividade para a Cultura de Milho, no Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1977/78

Item	Modelo e coeficiente de regressão (teste "t" entre parênteses)						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Intercepto (a)	0,5529 (-0,331)	0,7374 (-0,174)	0,7285 (-0,172)	0,9701 (-0,017)	0,7831 (-0,140)	0,7896 (-0,134)	0,8719 (-0,082)
Gerência (b1)	0,7852 ^c (1,725)	0,7232 ^d (1,620)	0,8577 ^c (1,830)	0,7849 ^d (1,705)	0,3558 (0,726)	0,3394 (0,695)	0,2884 (0,672)
Fertilidade da terra (b2)	-0,3117 (-1,151)	-0,2872 (-1,061)	-0,1862 (-0,590)	-0,1701 (-0,536)	-	-	-
Trabalho humano (b3)	0,2623 ^b (2,203)	0,2439 ^b (2,178)	0,1856 ^d (1,393)	0,1893 ^d (1,393)	0,2254 ^c (1,839)	0,2259 ^c (1,838)	0,2296 ^c (1,932)
Dias máquinas (b4)	0,2623 ^b (2,499)	0,2623 ^b (2,490)	0,2547 ^b (2,393)	0,2558 ^b (2,381)	0,2823 ^b (2,632)	0,2831 ^b (2,637)	0,2856 ^b (2,742)
Sementes (b5)	0,0965 (0,757)	0,0897 (0,705)	0,1344 (0,980)	0,1237 (0,902)	0,0881 (0,714)	0,0871 (0,706)	0,0849 (0,707)
Valor gasto com defensivos e herbicidas (b6)	0,0341 (0,884)	0,0323 (0,837)	0,0287 (0,724)	0,0268 (0,672)	-	-	-
Fertilizantes (b7)	-0,0901 (-1,190)	-	-0,0937 (-1,222)	-	0,1784 (0,810)	0,1831 (0,832)	0,1908 (0,899)
Valor dos fertilizantes (b8)	-	-0,0673 (-1,099)	-	-0,0677 (-1,090)	-	-	-
Montante em crédito (b9)	-0,0039 (-0,111)	-0,0017 (-0,047)	-0,0013 (-0,036)	-0,009 (-0,536)	-0,0140 (-0,310)	-0,0086 (-0,241)	-
Área cultivada (b10)	-	-	-0,1430 (-0,794)	-0,1318 (-0,732)	-	-	-
Valor dos defensivos (b11)	-	-	-	-	0,0442 (0,609)	0,0418 (0,583)	0,0366 (0,550)
Valor dos herbicidas (b12)	-	-	-	-	-	-	-
Valor do R ²	0,5069	0,5015	0,5247	0,5167	0,5088	0,5077	0,5072
Valor do F (N = 27)	2,3127	2,2635	2,0852	2,0195	2,6638	2,6527	3,2461

Obs.: - Significativo ao nível de: a 1 por cento; b 5 por cento; c 10 por cento; d 20 por cento.

lação inversa de preços (PX_1/PY) consta do quadro 10.

As variáveis explicativas na equação escolhida são: gerência (X_1), trabalho humano (X_3), dias máquinas (X_4), sementes (X_5), fertilizantes (X_7) e valor dos defensivos (X_{11}). O poder explicativo da equação VII foi de 50,62 por cento e o valor do "F" com significância estatística ao nível de 1 por cento.

O valor do produto marginal da variável trabalho humano ($PMaX_3$) é inferior à relação de preços (PX_3/PY) e esta se encontra fora do intervalo de confiança do $PMaX_3$, dando indicação de que a utilização de trabalho humano deveria ser menor, para atingir o ótimo econômico.

O produto marginal de X_4 foi superior à relação de preços (PX_4/PY) e esta se encontra no intervalo de confiança para a combinação ótima deste fator.

Através da comparação entre o $PMaX_7$ e PX_7/PY , observa-se que o uso de fertilizantes está próximo da combinação ótima. Este resultado precisa ser encarado com certo cuidado, pela não significância estatística do parâmetro b_7 nos níveis desejados.

Os produtos marginais de sementes ($PMaX_5$) e defensivos ($PMaX_{11}$), quando comparados à relação de preços, estariam indicando que a utilização de X_5 deveria ser intensificada, enquanto que X_{11} estaria no intervalo de confiança da combinação ótima. Valem aqui, também, as ressalvas feitas para fertilizantes.

Da mesma forma como já havia ocorrido para o arroz em Minas Gerais, a variável gerência apresenta um produto marginal elevado, mostrando a importância de se tentar cada vez mais aprimorar a capacidade administrativa dos agricultores, através de programas educativos, quer formais ou informais.

As mesmas indicações se verificaram quando se calcularam os produtos marginais de cada fator, nas respectivas propriedades da amostra.

4.2.2 - São Paulo

Foram testados oito modelos e os coeficientes de determinação variaram de 0,4966 a 0,5020. O teste "F" significativo em todos os casos ao nível de 1 por cento (quadro 11).

A variável trabalho humano (X_3), ao contrário do caso anterior, mostrou-se com o seu parâmetro (b_3) não estatisticamente diferente de zero aos níveis desejados.

A variável dias máquinas (X_4) apresentou-se com o seu coefi-

QUADRO 10. - Produto Marginal e Intervalo de Confiança. Relação entre Preço do Fator e do Produto para a Equação Seleccionada para Milho, Estado de Minas Gerais, Ano Agrícola 1977/78

Item	Variável	$PMa_{X_i}^{(1)}$	Intervalo de Confiança para $PMa_{X_i}^{(2)}$	$PX_i/PY^{(3)}$
Gerência	X_1	0,3950	- 0,834 a 1,624	-
Trabalho humano	X_3	0,0103	- 0,001 a 0,022	0,6607
Dias máquinas	X_4	16,4554	3,350 a 29,561	3,5536
Sementes	X_5	0,2105	- 0,041 a 0,0834	0,0089
Fertilizantes	X_7	0,0835	- 0,111 a 0,278	0,0768
Valor dos defensivos	X_{11}	0,5798	- 1,626 a 2,785	0,0089

(1) Os produtos marginais (PMa_{X_i}) foram calculados utilizando-se as médias geométricas dos valores observados na amostra.

(2) Intervalo de confiança a 5 por cento de probabilidade.

(3) Preço do produtos (PY) e preço dos fatores (PX_i).

QUADRO 11. - Modelos Alternativos Testados nas Estimativas da Função Produtividade para a Cultura de Milho, no Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1977/78

Item	Modelo e coeficiente de regressão (teste "t" entre parênteses)						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Intercepto (a)	3,481 ^d (1,504)	3,1177 ^d (1,287)	2,007 (0,746)	1,6969 (0,527)	3,3380 ^d (1,553)	3,6793 ^d (1,608)	3,8914 ^c (1,708)
Gerência (b1)	0,2975 ^b (2,479)	0,2976 ^b (2,480)	0,2680 ^b (2,203)	0,2687 ^b (2,209)	0,2739 ^b (2,299)	0,2745 ^b (2,305)	0,2739 ^b (2,315)
Fertilidade da terra (b2)	-0,0256 (-0,252)	-0,0251 (-0,246)	-0,0342 (-0,337)	-0,0338 (-0,333)	—	—	—
Trabalho humano (b3)	0,0239 (0,442)	0,0216 (0,400)	0,0543 (0,924)	0,0498 (0,855)	0,0278 (0,529)	0,0271 (0,515)	0,0282 (0,541)
Dias máquinas (b4)	0,0746 ^d (1,382)	0,0758 ^d (1,405)	0,0754 ^d (1,403)	0,0775 ^d (1,443)	0,0754 ^d (1,421)	0,0749 ^d (1,412)	0,0744 ^d (1,412)
Sementes (b5)	0,3380 ^a (4,067)	0,3415 ^a (4,137)	0,3483 ^a (4,192)	0,3545 ^a (4,282)	0,3327 ^a (4,072)	0,3329 ^a (4,087)	0,3264 ^a (4,098)
Valor gasto com defensivos e herbicidas (b6)	0,0175 ^d (1,382)	0,0179 ^d (1,419)	0,0167 ^d (1,323)	0,0174 ^d (1,387)	—	—	—
Fertilizantes (b7)	0,548 (0,778)	—	0,0976 (1,255)	—	0,0564 (0,833)	0,0542 (0,802)	0,0549 (0,818)
Valor dos fertilizantes (b8)	—	0,0527 (0,791)	—	0,0911 (1,248)	—	—	—
Montante em crédito (b9)	0,0078 (0,665)	0,0077 (0,661)	0,0047 (0,399)	0,0047 (0,399)	0,0058 (0,400)	0,0050 (0,444)	—
Área cultivada (b10)	—	—	0,0593 (1,273)	0,0582 (1,257)	—	—	—
Valor dos defensivos (b11)	—	—	—	—	0,0333 ^c (1,680)	0,0333 ^c (1,688)	0,0350 ^c (1,815)
Valor dos herbicidas (b12)	—	—	—	—	—	—	—
Valor do R ²	0,4966	0,4968	0,5098	0,5097	0,5032	0,5035	0,5020
Valor do F (N = 70)	7,5221	7,5274	6,9342	6,9304	8,9726	8,9835	10,5826

Obs.: - Significativo ao nível de: a 1 por cento; b 5 por cento; c 10 por cento; d 20 por cento.

ciente (b_4) estatisticamente diferente de zero ao nível de 20 por cento em todos os casos.

As variáveis gerência (X_1), sementes (X_5) apresentaram seus parâmetros com significância estatística ao nível de 5 por cento e 1 por cento, respectivamente.

A variável valor gasto com defensivos e herbicidas (X_6) teve seu parâmetro significativo ao nível de 20 por cento. A significância estatística atingiu o nível de 10 por cento, ao se considerar somente defensivos (X_{11}).

A variável fertilizantes (X_7) apresentou-se com o seu coeficiente (b_7) estatisticamente significativo aos níveis de 40 por cento e 50 por cento. Para a variável montante de crédito (X_9), os níveis estariam entre 50 por cento e 70 por cento.

O parâmetro da variável área cultivada indica um retorno constante à escala.

A equação VII serviu para calcular os produtos marginais ($PMaX_i$) e respectivos intervalos de confiança e sua comparação com a relação de preço consta do quadro 12.

O poder explicativo da equação VII foi de 50,20 por cento e o valor do "F" apresentou significância estatística de 1 por cento.

As variáveis explicativas na equação VII são: gerência (X_1), trabalho humano (X_3), dias máquinas (X_4), sementes (X_5), fertilizantes (X_7) e valor dos defensivos (X_{11}).

Quando se compara o produto marginal da variável trabalho humano ($PMaX_3$) com a relação de preços (PX_3/PY), constata-se que o uso deste fator está fora do intervalo de confiança para o $PMaX_3$, indicando que o emprego deste fator está além do ponto de ótimo econômico; conseqüentemente, em termos de valores médios para amostra, a quantidade de trabalho humano deveria ser reduzida. Para fertilizantes (X_7), o uso estaria na faixa ótima, porém, vale ressaltar que o teste "t", para os parâmetros de ambas variáveis (X_3 e X_7), não foi significativo ao nível de pelo menos 20 por cento e por isso se faz necessária certa cautela nestas indicações.

As variáveis dias máquinas (X_4), sementes (X_5) e valor de defensivos (X_{11}) apresentaram-se com seus produtos marginais superiores às respectivas relações de preços e os testes "t" dos parâmetros atingiram significância estatística em níveis que variaram entre 1 por cento e 20 por cento. No caso de X_4 , a relação de preço encontra-se no intervalo de confiança da combinação ótima, o que estaria indicando um uso ótimo deste insumo. O mesmo estaria ocorrendo para defensivos (X_{11}).

QUADRO 12. - Produto Marginal e Intervalo de Confiança, Relação entre Preço do Fator e do Produto para a Equação Seleccionada para Milho, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1977/78

Item	Variável	$P\text{Ma}_{X_i}^{(1)}$	Intervalo de confiança para $P\text{Ma}_{X_i}^{(2)}$	$PX_i/PY^{(3)}$
Gerência	X_1	0,6619	0,087 a 1,236	-
Trabalho humano	X_3	0,0034	- 0,009 a 0,016	0,6610
Dias máquinas	X_4	4,363	1,825 a 10,5514	3,9012
Sementes	X_5	0,1668	0,084 a 0,250	0,0085
Fertilizantes	X_7	0,0312	- 0,045 a 0,107	0,0749
Valor dos defensivos	X_{11}	0,7561	- 0,079 a 1,591	0,0085

(1) Os produtos marginais ($P\text{Ma}_{X_i}$) foram calculados utilizando-se as médias geométricas dos valores observados na amostra.

(2) Intervalo de confiança a 5 por cento de probabilidade.

(3) Preço do produtos (PY) e preço dos fatores (PX_i).

No caso de sementes (X_5), a relação de preços encontra-se aquém do intervalo de confiança da combinação ótima, o que estaria indicando que o uso deste insumo deveria ser intensificado.

Por sua vez, o produto marginal para a variável gerência (X_1) apresentou valor alto comparativamente aos demais.

4.3 - Soja

O número de observações para esta cultura foi de 54 no Rio Grande do Sul e de 64 em São Paulo.

Nos questionários de São Paulo, a área cultivada foi medida em alqueires e no Rio Grande do Sul em hectare. Os valores médios da amostra, assim como as médias por unidade de área, encontram-se no quadro 13.

A produtividade de soja em São Paulo (36,0sc./ha) foi levemente superior à do Rio Grande do Sul (31,7sc./ha).

O consumo de fertilizantes (NPK) em São Paulo alcançou 96,4kg/ha, enquanto que para o Rio Grande do Sul foi de 109,5. A proporção entre os nutrientes individuais mostrou a relação de 1:10,8:4,1, em São Paulo, e no Rio Grande do Sul, de 1:7,2:12,4. Os gastos em fertilizantes por área equivalem-se e mostram um preço superior por quilograma de fertilizantes (NPK) pago pelos agricultores de São Paulo.

4.3.1 - São Paulo

Foram testados sete modelos e os coeficientes de determinação variaram de 0,1823 a 0,2135; o teste "F" foi significativo, ao nível de 5 por cento, nos modelos V, VI e VII (quadro 14).

A variável sementes (X_5) apresentou-se com o coeficiente (b_5) estatisticamente diferente de zero ao nível de 20 por cento nas equações ajustadas.

A variável valor gasto com defensivos e herbicidas (X_6) mostrou-se com o coeficiente (b_6) estatisticamente diferente de zero ao nível de 10 por cento, nos modelos I a IV. Ao se desagregar a variável X_6 em defensivos (X_{11}) e herbicidas (X_{12}), o teste "t" mostrou um nível de significância estatística, para os parâmetros b_{11} e b_{12} , da ordem de 20 por cento e 1 por cento, respectivamente.

Nos modelos V, VI e VII, os níveis de significância estatística para o parâmetro da variável trabalho humano variaram de 1 por cento a 10 por cento.

QUADRO 13. - Valores da Amostra e Média por Área para a Cultura de Soja, nos Estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, Ano Agrícola 1977/78

Item	Unidade	Média da amostra		Média por área	
		São Paulo	Rio Grande do Sul	São Paulo	Rio Grande do Sul
Área	(¹)	89,8	201,9	—	—
Mão-de-obra	Cr\$	57.784,4	30.589,9	643,5	151,5
Dias máquinas	día	193,5	121,7	2,2	0,6
Sementes	Cr\$	1.489.949,0	81.015,4	1.658,8	401,3
Herbicidas	Cr\$	43.460,8	6.376,9	484,0	315,8
Defensivos	Cr\$	57.129,5	31.695,5	636,2	157,0
Nitrogênio	kg	1.308,2	1.781,1	14,6	8,8
Fósforo	kg	14.221,2	12.734,5	158,4	63,1
Potássio	kg	5.409,0	7.597,2	60,2	37,6
Fertilizantes, NPK	kg	20.938,4	22.112,8	233,2	109,5
Valor dos fertilizantes	Cr\$	165.463,0	157.356,0	1.842,6	779,4
Crédito	Cr\$	511.449,0	372.213,0	5.695,4	1.843,6
Gerência	(²)	67,8	68,4	—	—
Fertilidade	(³)	0,5	0,9	—	—
Produção esperada	sc	7.820,8	6.402,2	87,1	31,7
Observações	Nº	64	54	64	54

(¹) Em São Paulo expressa em alqueire e para o Rio Grande do Sul em hectare.

(²) Esta variável foi medida em uma escala de 1 a 100.

(³) A variável binária fertilidade assumiu os valores 1 e 0, conforme o solo fosse de boa fertilidade ou não.

QUADRO 14. - Modelos Alternativos Testados nas Estimativas de Função Produtividade para a Cultura de Soja, no Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1977/78

Item	Modelo e coeficiente de regressão (teste "t" entre parênteses)						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Intercepto (a)	3,7716 (0,658)	4,8009 (0,792)	4,3440 (0,716)	5,4108 (0,840)	10,0775 (1,212)	4,7924 (0,967)	3,3593 (0,810)
Gerência (b1)	-0,1083 (-0,643)	-0,1109 (-0,664)	-0,1446 (-0,778)	-0,1475 (-0,805)	-0,1764 (-1,058)	—	—
Fertilidade da terra (b2)	-0,0089 (-0,104)	-0,0023 (-0,027)	-0,0163 (-0,186)	-0,0100 (-0,113)	—	—	—
Trabalho humano (b3)	0,0625 (1,131)	0,0649 (1,171)	0,0649 (1,162)	0,0675 (1,205)	0,0924 ^c (1,677)	0,1118 ^a (2,156)	0,1075 ^b (2,106)
Dias máquinas (b4)	0,0037 (-0,063)	-0,0036 (-0,062)	0,0027 (0,045)	0,0031 (0,051)	0,0003 (0,005)	0,0066 (0,117)	0,0046 (0,082)
Sementes (b5)	0,3087 ^d (1,388)	0,3109 ^d (1,403)	0,3022 ^d (1,346)	0,3053 ^d (1,367)	0,2936 ^d (1,424)	0,2690 ^d (1,327)	0,2798 ^d (1,394)
Valor gasto com defensivos e herbicidas (b6)	0,1271 ^b (2,563)	0,1251 ^b (2,528)	0,1212 ^b (2,356)	0,1190 ^b (2,314)	—	—	—
Fertilizantes (b7)	0,0028 (0,034)	—	-0,0025 (-0,030)	—	-0,0165 (-0,208)	—	—
Valor dos fertilizantes (b8)	—	-0,0341 (-0,451)	—	-0,0362 (-0,474)	—	-0,0408 (-0,589)	—
Montante em crédito (b9)	0,0049 (0,354)	0,0070 (0,497)	0,0050 (0,352)	0,0069 (0,485)	—	—	—
Área cultivada (b10)	—	—	0,0266 (0,478)	0,0278 (0,504)	—	—	—
Valor dos defensivos (b11)	—	—	—	—	—	0,0484 ^d (1,447)	0,0497 ^d (1,494)
Valor dos herbicidas (b12)	—	—	—	—	0,0474 ^a (3,001)	0,0434 ^a (2,874)	0,0424 ^a (2,840)
Valor do R ²	0,1823	0,1853	0,1858	0,1892	0,1941	0,2135	0,2087
Valor do F (N = 64)	1,5331	1,5640	1,3691	1,3997	2,2885	2,5786	3,0594

Obs.: - Significativo ao nível de: a 1 por cento; b 5 por cento; c 10 por cento; d 20 por cento.

Através do teste, as demais variáveis, isto é, dias máquinas (X_4), fertilizantes (X_7), valor dos fertilizantes (X_8), fertilidade da terra (X_2) e gerência (X_1), mostraram-se não estatisticamente diferentes de zero.

Da mesma forma, o teste "t" mostrou-se não significativo para a variável área cultivada (X_{10}), dando a indicação de retornos constantes à escala.

A equação VII serviu para o cálculo dos produtos marginais (PMa_{X_i}) e respectivo intervalo de confiança e sua comparação com a relação de preço consta do quadro 15.

O poder explicativo da equação foi de 20,87 por cento e o teste "F" obteve significância estatística ao nível de 1 por cento.

As variáveis explicativas na equação VII são trabalho humano (X_3), dias máquinas (X_4), sementes (X_5), valor dos defensivos (X_{11}) e valor dos herbicidas (X_{12}).

O produto marginal para trabalho humano (PMa_{X_3}) é menor que a relação de preços (PX_3/PY); esta relação encontra-se fora do intervalo de confiança da combinação ótima para os valores médios da amostra e estaria indicando que o uso deste fator deveria ser diminuído. Tal indicação também foi verificada quando se calculou o produto marginal de X_3 em cada propriedade, pois apenas um agricultor estaria com seu uso no intervalo de confiança da combinação ótima.

Para sementes (X_5), o produto marginal para os valores médios da amostra mostrou-se superior à relação de preços (PX_5/PY), porém, esta se encontra no intervalo de confiança da combinação ótima, o que indicaria um uso ótimo deste fator. Ao se calcular o produto marginal de X_5 em cada propriedade, obteve-se a mesma indicação. Semelhante indicação também poderia ser feita para dias máquinas (X_4), contudo, é preciso certa cautela face à não significância estatística do parâmetro b_4 .

O produto marginal obtido para valor dos herbicidas, ao nível de propriedade, mostrou que 41 delas estariam com o uso no intervalo de confiança da combinação ótima, 21 precisariam aumentar seu uso e apenas 2 propriedades deveriam diminuir o uso de herbicidas.

Para a variável defensivos (X_{11}), a relação de preços (PX_{11}/PY) encontrava-se no intervalo de confiança da combinação ótima na maioria das propriedades, enquanto uma propriedade deveria aumentar seu uso e duas delas deveriam diminuir seu uso.

QUADRO 15. - Produto Marginal e Intervalo de Confiança, Relação entre Preço do Fator e do Produto para a Equação Seleccionada para Soja, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1977/78

Item	Variável	$P\text{Ma}_{X_i}^{(1)}$	Intervalo de confiança para $P\text{Ma}_{X_i}^{(2)}$	$PX_i/PY^{(3)}$
Trabalho humano	X_3	0,0161	0,001 a 0,031	0,3366
Dias máquinas	X_4	0,1788	-4,176 a 4,533	2,2454
Sementes	X_5	0,0151	-0,007 a 0,037	0,0049
Valor dos defensivos	X_{11}	0,0103	-0,003 a 0,024	0,0049
Valor dos herbicidas	X_{12}	0,0544	0,016 a 0,093	0,0049

(¹) Os produtos marginais ($P\text{Ma}_{X_i}$) foram calculados utilizando-se as médias geométricas dos valores observados na amostra.

(²) Intervalo de confiança a 5 por cento de probabilidade.

(³) Preço do produtos (PY) e preço dos fatores (PX_i).

4.3.2 - Rio Grande do Sul

Foram testados sete modelos e os coeficientes de determinação variaram de 0,2298 a 0,3934; o teste "F" foi significativo ao nível de 5 por cento, nos modelos II e do IV a VII (quadro 16).

A variável sementes (X_5) apresentou-se com o teste "t" parâmetro b_5 significativo, aos níveis de 1 por cento a 20 por cento, entre os modelos testados. Da mesma forma, o parâmetro da variável valor de fertilizantes (b_8) apresentou-se estatisticamente diferente de zero entre os níveis de significância de 1 por cento e 5 por cento.

Os parâmetros das variáveis fertilidade da terra (X_2), valor gasto com defensivos e herbicidas (X_6) montante de crédito (X_9) não se apresentaram estatisticamente significativos aos níveis desejados.

O sinal de parâmetro da variável gerência (b_1) mostrou-se com sinal contrário ao esperado, na maioria dos modelos.

O parâmetro da variável trabalho humano mostrou-se significativo apenas no modelo em que se incluiu a variável área cultivada.

Os parâmetros das variáveis dias máquinas (X_4) e valor dos herbicidas (X_{12}) apresentaram-se significativos nos níveis de 40 por cento e 20 por cento.

Através do teste "t" do parâmetro da variável área cultivada, aceitar-se-ia a hipótese de retornos crescentes à escala.

A equação VII serviu para o cálculo dos produtos marginais (PM_{ax_j}) e respectivo intervalo de confiança e sua comparação com a relação de preço consta do quadro 17.

O poder explicativo da equação foi de 34,27 por cento e o teste "F" com significância estatística ao nível de 1 por cento.

As variáveis explicativas na equação VII são: trabalho humano (X_3), dias máquinas (X_4), sementes (X_5), valor dos fertilizantes (X_8) e valor dos herbicidas (X_{12}).

A relação de preços (PX_5/PY) encontra-se no intervalo de confiança da combinação ótima, para os valores médios da amostra; assim sendo, o nível atual de uso deste insumo deveria ser mantido. Quando se calculou o produto marginal de X_5 em cada propriedade, obteve-se o mesmo resultado.

Para o valor de fertilidade (X_8), o cálculo do intervalo de confiança da combinação ótima mostrou que o nível de uso de fertilizantes deveria ser mantido na maioria das propriedades e apenas três deveriam aumentar o seu uso.

Com um certo cuidado, devido à não significância estatística, o intervalo de confiança do produto marginal de mão-de-obra (X_3) e dias máquinas (X_4), quando comparado com as respectivas relações de

QUADRO 16. - Modelos Alternativos Testados nas Estimativas da Função Produtividade para a Cultura de Soja, no Estado do Rio Grande do Sul, Ano Agrícola 1977/78

Item	Modelo e coeficiente de regressão (teste "t" entre parênteses)						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Intercepto (a)	2,2074 (0,897)	1,1458 (0,129)	4,1587 (1,243)	2,1449 (0,710)	3,7984 (1,200)	1,36903 (0,297)	1,3407 (0,281)
Gerência (b1)	-0,0008 (-0,007)	-0,0977 (-0,808)	-0,1292 (-0,934)	-0,2097 ^d (-1,608)	0,0082 (0,072)	—	—
Fertilidade da terra (b2)	-0,0282 (-0,237)	-0,0129 (-0,119)	-0,0058 (-0,050)	0,0054 (0,051)	—	—	—
Trabalho humano (b3)	0,0017 (0,044)	0,0309 (0,842)	0,0365 (0,879)	0,0609 ^d (1,572)	-0,0024 (-0,002)	-0,0268 (0,748)	0,0278 (0,788)
Dias máquinas (b4)	0,0566 (0,921)	0,0541 (0,953)	0,0706 (1,177)	0,0673 (1,213)	0,0709 ^d (1,351)	0,0632 (1,243)	0,0589 (1,240)
Sementes (b5)	0,3635 ^a (2,195)	0,2933 ^c (1,893)	0,2583 ^d (1,528)	0,2010 ^d (1,277)	0,2860 ^c (1,716)	0,2583 ^d (1,641)	0,2582 ^d (1,656)
Valor gasto com defensivos e herbicidas (b6)	0,0128 (0,375)	0,0071 (0,227)	0,0080 (0,243)	0,0034 (0,113)	—	—	—
Fertilizantes (b7)	0,0833 (0,727)	—	0,0891 (0,802)	—	0,0584 (0,553)	—	—
Valor dos fertilizantes (b8)	—	0,2677 ^a (2,858)	—	0,2579 ^a (2,835)	—	0,2149 ^b (2,489)	0,2139 ^b (2,504)
Montante em crédito (b9)	0,0047 (0,325)	0,0039 (0,291)	0,0023 (0,162)	0,0018 (0,139)	—	—	—
Área cultivada (b10)	—	—	0,0754 (1,982)	0,0691 (1,959)	—	—	—
Valor dos defensivos (b11)	—	—	—	—	—	-0,0046 (-0,257)	—
Valor dos herbicidas (b12)	—	—	—	—	0,0236 ^d (1,582)	0,0139 (0,971)	0,0142 (1,004)
Valor do R ²	0,2298	0,3405	0,2930	0,3934	0,2629	0,3436	0,3427
Valor do F (N = 54)	1,6789	2,9044	2,0261	3,1712	2,7941	4,1004	5,0046

Obs.: - Significativo ao nível de: a 1 por cento; b 5 por cento; c 10 por cento; d 20 por cento.

QUADRO 17. - Produto Marginal e Intervalo de Confiança, Relação entre Preço do Fator e do Produto para Equação Seleccionada para Soja, no Estado do Rio Grande do Sul, Ano Agrícola 1977/78

Item	Variável	$PMa_{X_i}^{(1)}$	Intervalo de confiança para $PMa_{X_i}^{(2)}$	$PX_i/PY^{(3)}$
Trabalho humano	X_3	0,0057	-0,009 a 0,020	0,3750
Dias máquinas	X_4	3,1063	-1,931 a 8,144	1,6215
Sementes	X_5	0,0200	-0,004 a 0,044	0,0048
Valor dos fertilizantes	X_8	0,0096	0,002 a 0,017	0,0048
Valor dos herbicidas	X_{12}	0,0044	-0,004 a 0,013	0,0048

(¹) Os produtos marginais (PMa_{X_i}) foram calculados utilizando-se as médias geométricas dos valores observados na amostra.

(²) Intervalo de confiança a 5% de probabilidade.

(³) Preço do produto (PY) e preço dos fatores (PX_i).

preços, estaria indicando um uso adequado para dias máquinas e um uso excessivo para trabalho humano.

Com relação ao valor de herbicida (X_{12}), cerca de 28 propriedades estariam com o seu uso no intervalo de confiança da combinação ótima e 26 deveriam diminuir o uso de herbicidas.

4.4 - Trigo

Os modelos testados para esta cultura, no Rio Grande do Sul, apresentaram-se com o teste "F" não significativo e com um poder explicativo muito baixo (quadro 18).

Os testes "t" para os parâmetros das variáveis explicativas não se apresentaram estatisticamente diferentes de zero, aos níveis desejados. Porém, entre os níveis de 50 e 20 por cento, os testes "t" dos parâmetros das variáveis trabalho humano (X_3), dias máquinas (X_4) e sementes seriam significativos. Os valores médios da amostra constam no quadro 19.

4.5 - Algodão

Os modelos testados para esta cultura, no Estado de São Paulo, apresentaram-se com o teste "F" não significativo, e os coeficientes de determinação (R^2) variaram de 0,1864 a 0,2805 (quadro 20).

O teste "t" para os parâmetros das variáveis trabalho humano (b_3) e valor gasto com defensivos e herbicidas (b_6) mostrou-se estatisticamente significativo aos níveis de 5 por cento e 20 por cento, respectivamente. Os demais parâmetros não atingiram níveis desejados exceto da variável área cultivada, que estaria indicando retornos decrescentes à escala.

5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Uma mesma especificação das relações estruturais entre as produtividades e os fatores de produção não foi possível nos casos analisados. Esta conclusão é consistente com o que se esperava ao se escolher culturas e áreas de tecnologias distintas. Assim, os fatores de produção assumiram importância diferenciada conforme o caso analisado.

No que se refere aos fertilizantes, os dados obtidos na amostra evidenciaram que o fósforo foi o elemento mais consumido, enquanto que o nitrogênio foi o menos consumido.

Sabe-se muito pouco sobre os níveis desejáveis de adubação pa-

QUADRO 18. - Modelos Alternativos Testados nas Estimativas da Função Produtividade para a Cultura de Trigo, no Estado do Rio Grande do Sul, Ano Agrícola 1977/78

Item	Modelo e coeficiente de regressão (teste "t" entre parênteses)						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Intercepto (a)	7,004 (0,698)	3,940 (0,483)	4,9828 (0,533)	2,7300 (0,326)	2,2691 (0,332)	2,6484 (0,425)	11,4670 (1,245)
Gerência (b1)	0,1608 (0,792)	0,1873 (0,908)	0,2028 (0,837)	0,2301 (0,938)	0,2049 (1,045)	0,2044 (1,068)	--
Fertilidade da terra (b2)	-0,1147 (-0,708)	-0,1057 (-0,642)	-0,1058 (-0,635)	-0,0964 (-0,569)	--	--	--
Trebalho humano (b3)	0,0600 (0,913)	0,0653 (0,972)	0,0488 (0,650)	0,0534 (0,694)	0,0603 (0,936)	0,0571 (0,932)	0,0356 (0,587)
Dias máquinas (b4)	0,1163 ^d (1,350)	0,1136 (1,285)	0,1108 (1,244)	0,1076 (1,176)	0,1053 (1,243)	0,1075 ^d (1,302)	0,1113 (1,309)
Sementes (b5)	0,2743 (0,975)	0,3096 (1,088)	0,3108 (1,014)	0,3478 (1,119)	0,3021 (1,084)	0,2859 (1,094)	0,2167 (0,834)
Valor gasto com defensivos e herbicidas (b6)	0,0030 (0,125)	0,0068 (0,284)	0,0036 (0,146)	0,0073 (0,299)	--	--	--
Fertilizantes (b7)	-0,1724 (-1,272)	--	-0,1692 (-1,225)	--	-0,1526 (-1,161)	-0,1540 (-1,192)	-0,1684 (-1,272)
Valor dos fertilizantes (b8)	--	-0,1025 (-0,755)	--	-0,0977 (-0,704)	--	--	--
Montante em crédito (b9)	-0,0679 (-0,531)	-0,0632 (-0,485)	-0,0587 (-0,441)	-0,0537 (-0,398)	--	--	--
Área cultivada (b10)	--	--	-0,0254 (-0,330)	-0,0264 (-0,336)	--	--	--
Valor dos defensivos (b11)	--	--	--	--	0,0064 (0,190)	--	0,0044 (0,134)
Valor do R ²	0,1645	0,1349	0,1677	0,1383	0,1324	0,1313	0,1100
Valor do F (N = 38)	0,7135	0,5650	0,6268	0,4994	0,7881	0,9677	0,7913

Obs.: - Significativo ao nível de: a 1 por cento; b 5 por cento; c 10 por cento; d 20 por cento.

QUADRO 19. - Valores Médios e Média por Área Cultivada para a Cultura de Trigo no Rio Grande do Sul e para a Cultura do Algodão em São Paulo, Ano Agrícola 1977/78

Item	Unidade	Média da amostra		Média por área	
		Rio Grande do Sul	São Paulo	Rio Grande do Sul	São Paulo
Área	(¹)	100,8	42,2	—	—
Mão-de-obra	Cr\$	11.167,8	318.368,0	110,8	7.544,3
Dias máquinas	dia	47,9	145,1	0,5	3,4
Sementes	Cr\$	51.201,8	324.442	508,0	768,8
Herbicidas	Cr\$	2.732,0	31.519,2	27,1	746,9
Defensivos	Cr\$	28.843,6	148.279,0	286,1	3.513,7
Nitrogênio	kg	3.010,4	8.571,4	29,9	203,1
Fósforo	kg	8.812,9	9.576,6	87,4	203,2
Potássio	kg	3.892,4	7.983,3	38,6	189,2
Fertilizantes, NPK	kg	15.452,5	25.131,3	153,3	595,5
Valor dos fertilizantes	Cr\$	100.804,0	161.672,0	1.000,0	3.833,2
Crédito	Cr\$	212.098,0	579.945,0	2.104,1	13.742,8
Gerência	(³)	66,5	57,3	—	—
Fertilidade	(⁴)	0,9	0,7	—	—
Produção esperada	(²)	2.212,9	12.790,5	22,0	303,1
Observações	Nº	38	39	38	39

(¹) Em São Paulo expressa em alqueire e para o Rio Grande do Sul, em hectare.

(²) Em São Paulo expressa em arroba e no Rio Grande do Sul, em sacos.

(³) Assumiu os valores em uma escala de 1 a 100.

(⁴) Assumiu os valores 1 ou 0, conforme o solo fosse de boa fertilidade ou não.

QUADRO 20. - Modelos Alternativos Testados nas Estimativas da Função Produtividade para a Cultura de Algodão, no Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1977/78

Item	Modelo e coeficiente de regressão (teste "t" entre parênteses)					
	I	II	III	IV	V	VI
Intercepto (a)	32,720 ^c (1,907)	20,436 ^d (1,430)	43,267 ^b (2,130)	25,731 ^d (1,604)	46,070 ^{2b} (2,344)	33,327 ^{8b} (2,620)
Gerência (b1)	-0,0428 (-0,237)	-0,0689 (-0,329)	0,0989 (0,519)	0,0877 (0,460)	-0,0653 (-0,425)	—
Fertilidade da terra (b2)	0,0021 (0,511)	0,0025 (0,614)	0,0034 (0,845)	0,0037 (0,921)	—	—
Trabalho humano (b3)	0,1701 ^b (2,076)	0,1761 ^b (2,139)	0,1043 (1,200)	0,1096 (1,254)	0,1726 ^b (2,168)	0,1779 ^b (2,342)
Dias máquinas (b4)	0,0197 (0,289)	0,0282 (0,384)	0,0068 (0,103)	0,0111 (0,169)	0,0219 (0,331)	0,0221 (0,347)
Sementes (b5)	-0,0112 (-0,108)	0,0009 (0,008)	-0,0057 (-0,057)	0,0042 (0,041)	-0,0229 (-0,230)	—
Valor gasto com defensivos e herbicidas (b6)	0,0545 (0,738)	0,0529 (0,780)	0,0961 ^d (1,363)	0,0965 ^d (1,386)	—	—
Fertilizantes (b7)	0,1063 (0,509)	—	0,0545 (0,268)	—	0,0971 (0,494)	—
Valor dos fertilizantes (b8)	—	0,1286 (0,882)	—	0,0969 (0,531)	—	—
Montante em crédito (b9)	-0,0122 (-0,266)	-0,0101 (-0,241)	0,0007 (0,018)	-0,0006 (-0,014)	-0,0032 (-0,093)	—
Área cultivada (b10)	—	—	-0,1292 ^d (-1,804)	-0,1283 ^d (-1,808)	—	—
Valor dos defensivos (b11)	—	—	—	—	0,0320 (0,874)	0,0213 (0,170)
Valor dos herbicidas (b12)	—	—	—	—	—	0,0055 (0,057)
Valor do R ²	0,1908	0,1965	0,2751	0,2805	0,1937	0,1864
Valor do F (N = 38)	0,8549	0,8864	1,1807	1,2128	1,0641	1,5125

Obs.: - Significativo ao nível de: a 1 percento; b 5 percento; c 10 percento; d 20 percento.

ra as culturas nas respectivas áreas dos estudos. O nível de adubação usado nas propriedades da amostra está acima dos mínimos recomendados pela Associação Nacional de Difusão do Adubo (ANDA) para o Estado de São Paulo.

Contudo, na maioria das propriedades analisadas, verificou-se que o uso de fertilizantes encontrava-se no intervalo de confiança da combinação ótima. Em poucos casos, os agricultores deveriam reduzir a quantidade usada de fertilizantes para maximização de lucros.

Estes resultados foram possíveis graças ao procedimento econométrico adotado, que apresenta as seguintes vantagens, comparativamente aos demais trabalhos já apresentados: não se preocupar somente com a produtividade marginal calculada a partir dos valores médios da amostra, pois não existe uma propriedade que apresente os valores médios obtidos na amostra; e não comparar a produtividade marginal do fator com a relação inversa de preços, pois isto não garante o conhecimento da situação em que se encontra particularmente uma propriedade no que se refere à lucratividade do fator, mas verificar o intervalo de confiança da combinação ótima do uso do fator tanto no tocante aos valores da amostra, como de cada propriedade individual.

As estimativas dos parâmetros para o "efeito gerência" foram positivas e o nível de significância estatística foi de 10 por cento e 20 por cento, variando entre 20 por cento e 50 por cento, exceto na soja (SP e RS) e algodão (SP). Mesmo a falta de indicações mais fortes não permite rejeitar a hipótese de que a educação formal e informal é importante para explicar as diferenças entre a produtividade. Embora não o confirme taxativamente, sugerem alguma coerência com a teoria de capital humano.

Por sua vez, no processo de desenvolvimento econômico, a redução da população rural é fenômeno incontestável, e a melhoria do nível educacional é de suma importância para acelerar a migração e qualificar a mão-de-obra para a vida urbana.

A produtividade marginal para a variável gerência mostrou-se positiva e elevada na maioria dos casos analisados.

Entretanto, seria desejável efetuar uma análise mais detalhada dos diferentes itens utilizados na construção do índice da variável gerência acerca dos itens que mais estariam discriminando a capacidade administrativa dos agricultores. Ou seja, identificar os elementos que mais diferenciam os agricultores das respectivas culturas, na região.

A variável fertilidade da terra não apresentou resultado conclusivo e, à primeira vista, na amostra obtida, parece não afetar a produtividade. Porém, é preciso levar em consideração que esta variável foi u-

tilizada assumindo apenas dois valores (variável "dummy"), caso a terra fosse de primeira (melhor fertilidade) ou de segunda. Esta classificação foi fornecida pelo próprio agricultor e é evidente que a conotação terra de primeira estaria englobando solos diferentes, quer quanto ao tipo, quer à fertilidade. Este fato fez com que os resultados obtidos fossem duvidosos para a variável fertilidade da terra.

Com relação à variável trabalho humano, observou-se um efeito positivo na produtividade. A significância estatística do teste "t" esteve entre os níveis de 1 por cento e 20 por cento de probabilidade, exceto para milho (SP) e arroz (SP).

A utilização de trabalho humano mostrou-se excessiva quando comparada com aquela que seria a combinação ótima para efeito de maximização de lucro.

A relação de preços encontra-se além do intervalo de confiança combinação ótima e é maior que a produtividade marginal para este fator; portanto, o uso de trabalho humano deveria sofrer um decréscimo.

A variável dias máquina foi medida através do número de dias utilizado de trator no ano agrícola. O seu efeito na produtividade mostrou-se positivo, porém, o nível de significância não foi aquele desejado. A produtividade marginal obtida foi a mais elevada entre todos os fatores utilizados, cabendo ressaltar, no entanto, que o intervalo de confiança obtido para a combinação ótima foi muito amplo e que a relação inversa de preço encontra-se sempre neste intervalo.

A variável semente mostrou-se com efeito positivo, indicando afetar a produtividade. Os níveis de significância variaram entre 1 por cento e 20 por cento exceto para arroz e algodão. Contudo, não se testaram as diferenças que existem entre as variedades de sementes.

Com relação aos insumos defensivos e herbicidas, os resultados mostraram efeito positivo para o uso de defensivos, na cultura de milho (SP) e soja (SP); nas demais culturas efeito nulo; e para o uso de herbicida, efeito positivo apenas na produtividade da cultura de soja (SP e RS).

Os resultados obtidos para a variável montante de crédito mostraram-se não estatisticamente diferentes de zero. Estas evidências parecem indicar que o crédito concedido aos agricultores, nas condições atuais, tem pouco impacto na produtividade das culturas.

Para a cultura de arroz, no Estado de Minas Gerais, a produtividade tende a variar, principalmente, com uso de fertilizantes, trabalho humano e com o nível de "gerência". Caso ocorresse um aumento de 10 por cento no uso destes fatores, poder-se-ia esperar que a produtivi-

dade variasse 3,50 por cento, devido ao uso de fertilizantes, e 1,90 por cento por causa da mão-de-obra.

Para a cultura de milho, no Estado de Minas Gerais, caso o uso dos fatores aumentasse 10 por cento, a produtividade estaria variando em 2,86 por cento, devido ao uso de dias máquina, e 2,30 por cento devido ao trabalho humano.

Para a cultura de milho no Estado de São Paulo, caso ocorresse um aumento de 10 por cento no uso de sementes, constatar-se-ia variação de 3,26 por cento na produtividade. Para os demais insumos, a produtividade apresentaria variações inferiores a 0,50 por cento.

Para cultura de soja, no Estado de São Paulo, um aumento de 10 por cento no uso dos fatores implicaria variações na produtividade da ordem de 2,80 por cento, em virtude do uso de sementes; 1,07 por cento devido ao trabalho humano; e inferiores a 0,5 por cento, devido aos demais fatores. No Estado do Rio Grande do Sul, para a cultura de soja, um aumento de 10 por cento no uso dos fatores implicaria variações na produtividade da ordem de 2,14 por cento, em função dos fertilizantes, e de 2,58 por cento devido ao uso de sementes. Os outros fatores estariam aumentando a produtividade com valores inferiores a 0,50 por cento.

Comparativamente a outros países, a produtividade agrícola no Brasil está situada em níveis inferiores. Na ausência de efeitos favoráveis a fertilizantes e sementes, a produtividade tende a variar muito pouco com a intensidade de uso dos outros insumos. Cumpre destacar que a produção total tende a variar, em grande parte, apenas com a área total cultivada.

As indicações desses resultados são importantes para a política agrícola. A concessão de empréstimos agrícolas, a juros negativos, em vez de aumentar a produtividade, estaria liberando recursos para outros fins.

Os gastos dos agricultores com fertilizantes, defensivos, herbicidas representariam uma perda de recursos quando o preço do insumo fosse superior ao valor do produto marginal. A essas perdas, por parte dos agricultores, precisariam ser acrescidos os subsídios que esses insumos recebem.

Ao se observar o desempenho do insumo semente, verifica-se a sua enorme possibilidade de aumentar a produtividade agrícola, como foi o caso do milho (SP) e soja (SP e RS). É preciso que se indague sobre os resultados de pesquisas agronômicas básicas para outras culturas, de forma que haja uma divulgação maior daquilo que já existe e, também, agilizar as pesquisas em melhoramentos genéticos de plantas

em direção a variedades de alta produtividade.

Uma limitação séria, que merece destaque neste estudo, foi a seca que ocorreu no ano agrícola 1977/78. Em função disso, a amostra foi reduzida em alguns casos, não permitindo que se fizesse uma estratificação por-área cultivada.

LITERATURA CITADA

1. BARROS, José R. M. et alii. Sistema fiscal e incentivos às exportações. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, 29 (4):3-23, out./dez. 1975.
2. BISERRA, J. Valdeci & ARAUJO, Paulo F. C. Relações fator-produto na cultura do milho em Jardinópolis e Guaira, Estado de São Paulo, 1969/70. *Agricultura em São Paulo*, SP, 19 (2):87-112, 1972.
3. CAMARGO, José R. V. de. *Análise da produtividade nas culturas de algodão e soja com a aplicação do modelo Ulveling-Fletcher*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1974. 131p. (Tese-M.S.)
4. CENSO AGROPECUÁRIO, 1975. Rio de Janeiro, IBGE, 1977.
5. FOREIGN AGRICULTURE, Washington, v. 15, nº 11, Mar. 1977.
6. NELSON, William C. *An economic analysis fertilizer utilization in Brazil*. Columbus, Ohio State University, 1971. 307p.
7. PROGNÓSTICO, 77/78. São Paulo, Secretaria da Agricultura, IEA, 1977. v. 6.
8. PROGNÓSTICO CENTRO-SUL, 77/78. São Paulo, Secretaria da Agricultura, IEA, 1977. v. 4.
9. TOLLINI, Hélio & SEAGRAVES, James A. *Actual and optimal use of fertilizer: the case of nitrogen on corn in Eastern North Carolina*. Raleigh, North Carolina State University, 1970.
10. WRIGHT, Charles L. *Análise econômica de adubação em culturas anuais na região de Ribeirão Preto: ano agrícola 71/72*. Piracicaba ESALQ/USP, 1973. 162p. (Tese-M.S.)

ECONOMIC EVALUATION OF THE USE OF FERTILIZER IN THE CENTER-SOUTH REGION OF BRAZIL

SUMMARY

The main objective of this study was to analyse the allocative efficiency in the use of resources for the production of corn, rice, soybean, wheat and cotton.

Cobb-Douglas type productivity functions were estimated including variables not traditionally utilized, such as soil fertility, credit and management index.

The basic information utilized came from direct interviews with 378 farmers of the Center-South Region of Brazil, during the 1977/78 agricultural year.

A similar specification of the structural productivity relationship was not possible for the five crops selected.

It was shown that: a) most of the farms have their level of fertilizer use in the confidence interval of the optimum combination; b) the utilization of machinery and equipment is in the interval of the optimum combination; c) the use of credit and labor are above the interval of the optimum combination, and d) the use of modern inputs explains most of the variation in crop productivity in the region.