

1. Histórico;
2. Hipótese;
3. Os modelos;
4. Modelo tradicional;
5. Modelo de ajustamento;
6. Os dados e as variáveis;
7. Análise de resultados;
8. Conclusões.

Jubert Sanches Cibantos \*\*

Donald W. Larson \*\*\*

\* Resumo da tese de doutorado "Demanda de fertilizantes no Estado de São Paulo", apresentada à Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, da Universidade de São Paulo, 1972, por Jubert Sanches Cibantos.

\*\* Professor Assistente Doutor do Departamento de Economia Rural, da FCMBB Botucatu.

\*\*\* Professor Associado do Convênio ESALQ OSU USAID, junto ao Departamento de Ciências Sociais Rurais da ESALQ/USP, Piracicaba.

## A DEMANDA PARA FERTILIZANTES EM UM PAÍS EM DESENVOLVIMENTO: O CASO DE SÃO PAULO, BRASIL, 1948-71\*

A relação entre o uso de fertilizantes químicos e o rendimento das culturas tem sido amplamente investigada, mesmo nos países em desenvolvimento. A partir desses estudos, os especialistas têm feito recomendações quanto às técnicas que os agricultores devem usar. Poucos trabalhos, entretanto, têm sido feitos sobre os fatores econômicos relacionados com o uso real de fertilizantes nas propriedades agrícolas, especialmente nos países em desenvolvimento.<sup>1</sup>

Inúmeros estudos econométricos da demanda de produtos agrícolas nos países em desenvolvimento já foram publicados, e temos acumulado uma quantidade razoável de informações a respeito dessa demanda. Contudo, pouco sabemos a respeito das elasticidades de demanda e oferta para fatores de produção na agricultura desses países.

Não se deve enfatizar demasiadamente a importância desse conhecimento, visto que é fato bem conhecido que maior produtividade e modernização agrícola têm-se relacionado com aumentos substanciais na quantidade de insumos agrícolas adquiridos: fertilizantes, máquinas, sementes, e outros. Este trabalho investiga apenas o uso de fertilizantes procurando estimar a sua demanda no Estado de São Paulo e determinar até que ponto ela é afetada por seu preço relativo.

São Paulo é apropriado para este estudo por diversas razões:

1. O Estado de São Paulo, o mais altamente desenvolvido no País, é responsável por 60 a 65% do consumo total de fertilizantes no Brasil. Esse estado já possui uma agricultura altamente diversificada, com produção anual e contínua; sua pecuária também se apresenta bastante diversificada.

A tecnologia de produção para muitas culturas é nova, empregando grandes quantidades de insumos modernos; outras culturas encontram-se em fase de transição, enquanto algumas ainda estão no sistema tradicional, empregando poucos insumos modernos.

2. O consumo de fertilizantes por hectare cultivável em São Paulo é quase quatro vezes o dos demais estados do Brasil e já se compara favoravelmente com o de alguns países desenvolvidos (ver tabela 1). Assim sendo, os agricultores já possuem uma experiência considerável no uso dos mesmos.

3. Desde 1953, o Governo brasileiro tem controlado a importação e os preços de fertilizantes através do uso de taxas variáveis de câmbio, isenções de impostos de importação e, mais recentemente, controle direto do preço para venda aos agricultores. Essa exogeneidade do preço de fertilizantes permite-nos estimar a demanda de fertilizantes diretamente a partir de séries temporais, usando-se o método de quadrados mínimos.

Tabela 1

Consumo de fertilizantes por hectare arável em São Paulo e em vários países

| Item          | Ano  | N      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Total  |
|---------------|------|--------|-------------------------------|------------------|--------|
|               |      |        | Em kg/ha                      |                  |        |
| São Paulo     | 1968 | 10,90  | 19,50                         | 14,80            | 44,90  |
| Brasil        | 1967 | 3,25   | 5,06                          | 4,18             | 12,49  |
| Espanha       | 1967 | 24,59  | 16,36                         | 5,04             | 45,99  |
| Itália        | 1967 | 31,53  | 30,53                         | 11,73            | 73,79  |
| Iugoslávia    | 1967 | 25,03  | 21,47                         | 15,97            | 62,47  |
| Israel        | 1967 | 68,89  | 28,66                         | 15,38            | 112,93 |
| Nova Zelândia | 1967 | 6,93   | 351,50                        | 90,08            | 448,51 |
| Rússia        | 1967 | 12,76  | 7,01                          | 8,83             | 28,60  |
| Taiwan        | 1967 | 117,88 | 42,83                         | 61,97            | 222,68 |
| França        | 1966 | 48,98  | 67,47                         | 50,67            | 167,12 |
| Holanda       | 1965 | 321,10 | 118,63                        | 141,07           | 580,80 |
| Chile         | 1965 | 7,33   | 13,98                         | 2,88             | 24,19  |
| Índia         | 1965 | 3,33   | 0,83                          | 0,55             | 4,71   |
| EUA           | 1964 | 23,83  | 17,99                         | 14,57            | 56,41  |

Fonte: Instituto de Economia Agrícola, *Desenvolvimento da agricultura paulista*. Secretaria da Agricultura, São Paulo, mar. 1971.

Fonte dos dados originais: para São Paulo são dados do I.E.A.; para os países, *Fertilizers an annual review of world production consumption, trade and prices e Production yearbook*, FAO-1968.

4. Os dados de séries temporais para os anos 1948-71, que é o período deste estudo, estavam prontamente disponíveis para o Estado de São Paulo.

## 1. HISTÓRICO

O consumo de fertilizantes em São Paulo aumentou de 24 mil toneladas métricas de (N,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,K<sub>2</sub>O) em 1948 para 491 mil toneladas métricas em 1971, ou seja, 20 vezes mais. A taxa média anual de crescimento do consumo aparentemente nesse mesmo período foi de 13,4%.

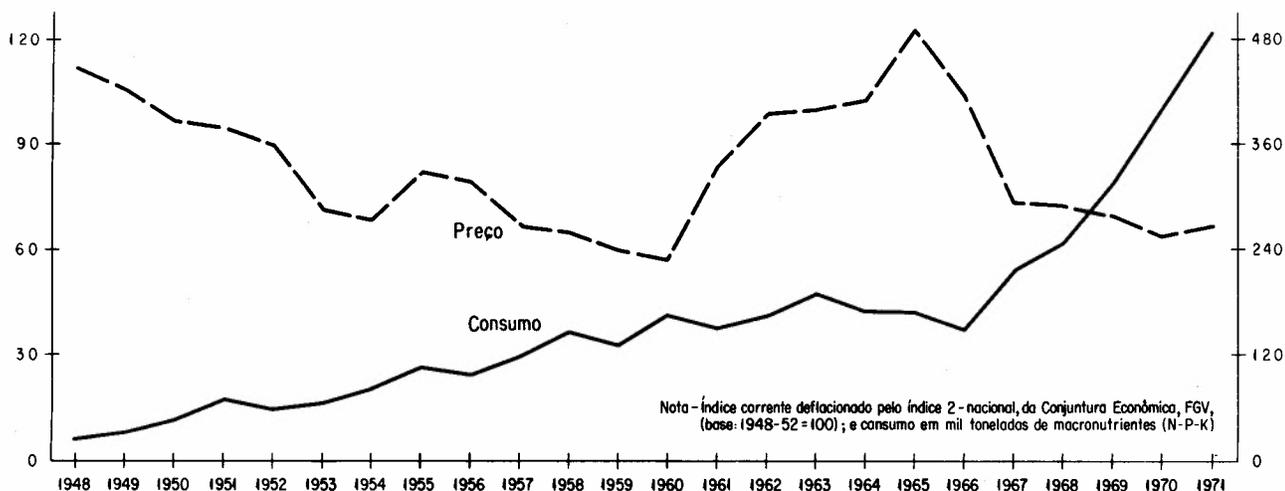
O consumo por hectare de terra cultivada em São Paulo foi de 86kg/ha em 1971, isto é, 14 vezes os 6kg/ha consumidos em 1948; o consumo por hectare triplicou nos últimos 10 anos. Essa intensificação no uso de fertilizantes ocorreu ao mesmo tempo em que a área cultivada sofreu um aumento de 29%, de 1948 até 1971.

O consumo de fertilizantes no Estado de São Paulo aumentou continuamente de 1948 até

1971; entretanto, em alguns anos, na realidade, o consumo declinou (ver figura 1). De 1948 até 1960, o consumo cresceu continuamente a uma taxa anual média de 19,6%. No período 1961-66, a taxa de crescimento do consumo praticamente se anulou, devendo se ressaltar que nesses anos o Brasil sofreu uma taxa muito elevada de inflação. No período 1967-71, o consumo de fertilizantes voltou a crescer, aumentando a uma taxa anual média de 22,2%.

Esse extraordinário crescimento no uso de fertilizantes ocorreu em uma época em que seus preços, coerentes com as tendências mundiais, estavam declinando; o índice de preços deflacionados para fertilizantes diminuiu substancialmente de 100 no período-base de 1948 até 1952 para 68 em 1971, ou seja, 32%. O índice de preços declinou de modo contínuo até 1960 e depois aumentou acentuadamente, alcançando um novo máximo em 1965. A partir de 1965, os preços de fertilizantes voltaram a declinar até fins de 1970 (ver figura 1).

Figura 1 - Índice de preço real de fertilizantes e consumo de fertilizantes no Estado de São Paulo, para o período 1948-1971



O índice de preços deflacionados para culturas agrícolas também declinou durante esse mesmo período de tempo; entretanto, o decréscimo foi menor do que aquele observado para os preços de fertilizantes. O índice de preços deflacionados de culturas teve uma redução de 16% a partir do período-base 1948-52 até 1971, cimo foi menor do que aquele observado para os preços de fertilizantes. Portanto, o preço de fertilizantes em relação aos preços das culturas diminuiu no período estudado, contribuindo, conseqüentemente, para o maior consumo dos primeiros.

Além dos problemas apontados, outras mudanças ocorreram durante o período em estudo, as quais não são consideradas neste trabalho. As mais importantes foram os programas de crédito iniciados em 1966 para subsidiar a compra de insumos modernos, tais como fertilizantes, a taxas reais negativas de juros.<sup>2</sup>

Outros fatores, tais como a maior disponibilidade de informações técnicas a respeito do uso de fertilizantes e a melhoria de técnicas de comercialização de fertilizantes, também contribuíram para o rápido aumento no uso de fertilizantes observado nos últimos anos.

## 2. HIPÓTESE

A hipótese geral testada é a de que o aumento substancial no uso de fertilizantes ocorreu primeiramente em resposta a uma queda no seu preço em relação ao preço das culturas. Uma função de demanda agregada de fertilizantes é definida e explicada para investigar se ela pode explicar a maior parte da variação no uso de fertilizantes.

## 3. OS MODELOS

Um modelo tradicional de demanda e o modelo de ajustamento de Nerlove foram selecionados para este estudo. A função de demanda usada considera o uso de fertilizantes como sendo uma função dos preços de produtos e insumos pertinentes, área cultivada, rendimentos das culturas e tempo.

48 As formas funcionais escolhidas para estimar a função da demanda são uma equação linear nos logaritmos das variáveis e uma equação linear; esta última não foi incluída aqui por não ter seu ajustamento apresentado bons resultados.

## 4. MODELO TRADICIONAL

$$(1) Y_t = a_0 + a_1 X_{1t} + a_2 X_{2t} + a_3 X_{3(t-1)} + a_4 X_{4(t-1)} + a_5 X_{5t} + e_t$$

onde:  $Y$  = consumo total de  $N, P_2O_5, K_2O$ , em toneladas

$X_1$  = índice de preços deflacionados dos fertilizantes

$X_2$  = índice de área cultivada, em hectares

$X_3$  = índice de rendimentos das culturas, retardado de um ano

$X_4$  = índice de preços deflacionados das culturas, retardado de um ano

$X_5$  = tempo, em anos

$e$  = termo de erro

Este modelo contém variáveis separadas para o índice de preços de fertilizantes e preços das culturas porque nem a razão de preço corrente e nem a razão do preço esperado parecia adequada para a situação brasileira. Em segundo lugar, o índice de preços das culturas sofreu considerável variabilidade a curto prazo.

A área cultivada foi incluída para determinar sua importância ao explicar o consumo de fertilizantes. O índice de rendimento das culturas retardado de um ano é semelhante àquele dos rendimentos retardados de arroz no estudo de Hsu, em Formosa, e à renda em dinheiro proveniente da agricultura, retardada de um ano na função de demanda para fertilizantes de Heady e Yeh.<sup>3</sup>

A variável tempo representa a crescente familiaridade dos agricultores com os fertilizantes químicos e seu desejo de utilizá-los.

## 5. MODELO DE AJUSTAMENTO

$$(2) Y_t^* = a_0 + a_1 X_{1t} + a_2 X_{2t} + a_3 X_{3(t-1)} + a_4 X_{4(t-1)} + e_t$$

$$(3) Y_t - Y_{t-1} = b(Y_t^* - Y_{t-1}) \quad 0 < b < 1$$

onde:

$Y_t^*$  = nível de equilíbrio desejado, ou a longo prazo, do uso de fertilizantes

$a_i$  = coeficiente da demanda a longo prazo de fertilizantes (ou elasticidade da demanda se as variáveis estiverem em logaritmos)

$b$  = coeficiente de ajustamento

Este é o modelo de ajustamento de Nerlove, usado por Griliches e outros.<sup>4</sup> Ele pressupõe que a demanda de equilíbrio a longo prazo, para fertilizantes, é uma função das variáveis especificadas e que as mudanças no uso de fertilizantes entre períodos ocorrem em proporção "b" ao desequilíbrio ( $Y_t^* - Y_{t-1}$ ).

Substituindo a equação (2) em (3) e solucionando para  $Y_t$ , obtemos:

$$(4) Y_t = a_0 b + a_1 b X_{1t} + a_2 b X_{2t} + a_3 b X_{3(t-1)} + a_4 b X_{4(t-1)} + (1 - b) Y_{t-1} + b e_t$$

Esta é a equação estimada nos itens seguintes para o período 1948-71, e para dois subperíodos 1948-60 e 1966-71. Foram feitas as estimativas para os subperíodos porque o período total incluía os anos 1961-65, quando a inflação no Brasil alcançou seus níveis mais elevados, afetando adversamente as relações em muitos setores da economia, inclusive a agricultura. Esse foi um período de grande instabilidade política e econômica.

## 6. OS DADOS E AS VARIÁVEIS

Os dados básicos usados neste estudo foram obtidos do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, um órgão que coleta, processa e publica informações econômicas para o setor agrícola de São Paulo. Todas as variáveis expressas na forma de índices têm como período-base 1948-52 = 100.

O consumo de fertilizantes para o Estado de São Paulo é medido em milhares de toneladas dos três macronutrientes básicos ( $N, P_2O_5, K_2O$ ). Por não serem disponíveis os dados sobre os estoques que são transportados de ano para ano, isto na realidade se refere ao consumo total aparente.

O índice de preço de fertilizantes refere-se ao preço médio de venda dos principais fertilizantes, na cidade de São Paulo, ponderados com base na relação anual  $N, P_2O_5, K_2O$ .

O índice de área cultivada é calculado a partir do total de hectares cultivados anualmente

com as 17 principais culturas de São Paulo, que respondem por quase todo o consumo de fertilizantes. Os produtos incluídos são: algodão, batata, cana-de-açúcar, bicho-da-seda, laranja, soja, tomate, amendoim, café, chá, banana, cebola, mandioca, milho, arroz, feijão e mamona.

O índice de rendimentos das culturas para essas mesmas 17 culturas é obtido de dados sobre o rendimento físico anual usando-se um índice Paasche com uma média móvel ponderada de área cultivada.

O índice de preços das culturas para esses 17 produtos representa preços médios anuais recebidos pelos agricultores por suas colheitas no estado usando-se o método Laspeyres, ponderado pela produção média do quinquênio 1956-60.

## 7. ANALISE DE RESULTADOS

Os resultados de regressão para nossos modelos em cada período são dados nas tabelas 2 e 4, respectivamente.<sup>5</sup> Os melhores resultados, em termos de significância estatística, sinais e estabilidade de valores, são produzidos a partir do modelo de retardamentos distribuídos.

Para o período 1949-71, os sinais da variável preço são consistentes no modelo tradicional, e os coeficientes são estatisticamente significantes; entretanto, seu valor muda consideravelmente à medida que outras variáveis são incluídas na regressão (ver tabela 2). Preço e área cultivada são estatisticamente significantes ao nível de 5% na equação II, embora a

Tabela 2

Resultados das regressões: demanda de fertilizantes no Estado de São Paulo, 1949-71

| Termo constante                           |        | X <sub>1</sub>       | X <sub>2</sub>      | X <sub>3</sub>  | X <sub>4</sub>   | X <sub>5</sub>      | Y <sub>t-1</sub>     | R <sup>2</sup> | D - W |
|---|--------|----------------------|---------------------|-----------------|------------------|---------------------|----------------------|----------------|-------|
| Modelo tradicional (em log):              |        |                      |                     |                 |                  |                     |                      |                |       |
| I   | 4,305  | -1,136**<br>(1,68)   | —                   | —               | —                | —                   | —                    | 0,120          | 0,14  |
| II  | -9,169 | -1,119****<br>(2,90) | 6,518****<br>(6,64) | —               | —                | —                   | —                    | 0,726          | 0,84  |
| III                                       | -0,014 | -0,400**<br>(1,43)   | 1,099<br>(0,93)     | —               | —                | 0,658****<br>(5,44) | —                    | 0,893          | 0,51  |
| Modelo de ajustamento retardado (em log): |        |                      |                     |                 |                  |                     |                      |                |       |
| IV  | 0,732  | -0,248**<br>(1,35)   | —                   | —               | —                | —                   | 0,903****<br>(16,99) | 0,943          | 2,04  |
| V   | -0,531 | -0,322**<br>(1,60)   | 0,753<br>(0,94)     | —               | —                | —                   | 0,834****<br>(8,75)  | 0,942          | —     |
| VI  | 0,351  | -0,242*<br>(1,30)    | —                   | 0,203<br>(0,68) | —                | —                   | 0,883****<br>(14,44) | 0,944          | 2,19  |
| VII                                       | 1,116  | -0,240*<br>(1,29)    | —                   | —               | -0,177<br>(0,69) | —                   | 0,878****<br>(13,52) | 0,944          | 2,20  |

Nota: Variável dependente: Y = Consumo aparente dos fertilizantes, em termos de macronutrientes (N-P-K); X<sub>1</sub> = Preço médio real de fertilizantes; X<sub>2</sub> = Área cultivada (17 culturas); X<sub>3</sub> = Rendimento físico médio (17 culturas), retardado; X<sub>4</sub> = Índice geral de preços reais recebidos pela agricultura paulista, retardado; X<sub>5</sub> = Tendência (1948 = 0); e, Y<sub>t-1</sub> = o mesmo que Y, retardado de um ano.

Níveis de significância: \*\*\*\* para 5% ou menos  
\*\*\* para 10%  
\*\* para 20%  
\* para 30%.

adição da tendência de tempo (equação III) remove toda a significância da variável área cultivada e também afete a variável preço. A adição da variável rendimento e da variável preços recebidos não melhorou os resultados do modelo tradicional. A tendência de tempo é a variável mais importante em todas essas equações; esses resultados se comparam àqueles encontrados por Knight, para o Rio Grande do Sul, e Hsu para Formosa.<sup>6</sup>

Um outro problema das equações I-III do modelo tradicional é o baixo valor de "d", a estatística de Durbin-Watson que indica a existência de correlação serial nos resíduos.

O modelo de ajustamento fornece os melhores resultados gerais para o período 1949-71; a equação IV contendo a variável preço e a variável dependente retardada é superior a todas as outras testadas. A variável preço é significativa a um nível de 20% e tem o sinal esperado. Seu valor permanece altamente estável em todas essas equações. A variável dependente retardada é significativa ao nível de 5%. Nenhuma das outras equações que incluem uma ou mais variáveis, área cultivada, rendimentos das culturas ou preços recebidos fornece melhores resultados; seus coeficientes não são significantes, o  $R^2$  não melhora e a variável preço é significativa apenas ao nível de 30%.

Nas equações do modelo de ajustamento, o valor de "d" indica a ausência de correlação serial nos resíduos.

A elasticidade de preço, a curto prazo, da equação IV é igual a -0,248, o coeficiente de ajustamento "b" é igual a 0,10 e a elasticidade de preço, a longo prazo, é igual a -2,48. Um coeficiente de ajustamento de 0,10 indica que aproximadamente 10% da diferença entre o consumo real e o desejado são completados dentro de um ano.

O coeficiente de ajustamento nas equações IV-VII é, em média 0,12, que é aproximadamente metade do valor que Griliches encontrou para os Estados Unidos. As elasticidades a curto prazo, em média, -0,25, são a metade dos -0,5 para o estudo de Griliches; entretanto, as elasticidades a longo prazo são aproximadamente iguais.

Os resultados de regressão para o primeiro subperíodo 1949-60 são mostrados na tabela 3 para os modelos tradicional e de ajustamento. Eles são bastante semelhantes àqueles da tabela 2 porque os resultados do modelo tradicional são menos satisfatórios do que aqueles do modelo de ajustamento. A variável preço de fertilizantes e a variável área cultivada são estatisticamente significantes aos níveis de 5% e 20%, respectivamente (equação II). O coeficiente da variável preço, igual a -1,68, indica uma demanda elástica para fertilizantes. A introdução da tendência de tempo na equação III faz com que as variáveis preço de fertilizantes e área cultivada percam sua significância estatística.

Tabela 3

Resultados das regressões: demanda de fertilizantes no Estado de São Paulo, 1949-60

| Termo constante                           |       | X <sub>1</sub>       | X <sub>2</sub>    | X <sub>3</sub>   | X <sub>4</sub>  | X <sub>5</sub>      | Y <sub>t-1</sub>    | R <sup>2</sup> |
|---|-------|----------------------|-------------------|------------------|-----------------|---------------------|---------------------|----------------|
| Modelo tradicional (em log):              |       |                      |                   |                  |                 |                     |                     |                |
| I   | 6,106 | -2,210****<br>(5,64) | —                 | —                | —               | —                   | —                   | 0,762          |
| II  | 0,663 | -1,677****<br>(3,09) | 2,175**<br>(1,36) | —                | —               | —                   | —                   | 0,802          |
| III                                       | 0,437 | -0,070<br>(0,12)     | 0,587<br>(0,50)   | —                | —               | 0,586****<br>(3,50) | —                   | 0,922          |
| Modelo de ajustamento retardado (em log): |       |                      |                   |                  |                 |                     |                     |                |
| IV  | 1,879 | -0,608*<br>(1,21)    | —                 | —                | —               | —                   | 0,646****<br>(3,73) | 0,906          |
| V   | 1,23  | -0,391<br>(0,75)     | 1,365*<br>(1,25)  | —                | —               | —                   | 0,601****<br>(3,49) | 0,923          |
| VI  | 2,553 | -0,701*<br>(1,24)    | —                 | -0,227<br>(0,43) | —               | —                   | 0,621****<br>(3,26) | 0,908          |
| VII                                       | 0,173 | -0,758*<br>(1,30)    | —                 | —                | 0,252<br>(0,56) | —                   | 0,610****<br>(3,21) | 0,910          |

Nota: Variável dependente: Y = Consumo aparente dos fertilizantes, em termos de macronutrientes (N-P-K); X<sub>1</sub> = Preço médio real de fertilizantes; X<sub>2</sub> = Área cultivada (17 culturas); X<sub>3</sub> = Rendimento físico médio (17 culturas), retardado; X<sub>4</sub> = Índice geral de preços reais recebidos pela agricultura paulista, retardado; X<sub>5</sub> = Tendência (1948 = 0); e, Y<sub>t-1</sub> = o mesmo que Y, retardado de um ano.

Níveis de significância: \*\*\*\* para 5% ou menos  
\*\*\* para 10%  
\*\* para 20%  
\* para 30%.

As variáveis rendimento e preços recebidos não tiveram significância estatística nas equações testadas para esse período; mesmo o sinal para essas variáveis foi inconsistente.

Os resultados do modelo de ajustamento para esse subperíodo são pouco menos satisfatórios que aqueles para o período inteiro porque a variável preço só é significativa ao nível de 30% nas duas primeiras equações, e não-significativa na terceira. Contudo, o sinal do coeficiente de preço continua sendo consistente e o valor da elasticidade de preço é estável. A elasticidade de preço a curto prazo varia entre -0,61 e -0,75, que é muito mais alta do que para o período inteiro. Da mesma maneira, o coeficiente de ajustamento "b" é também mais

alto, variando entre 0,35 e 0,39. A elasticidade a longo prazo varia entre -1,74 na equação IV e -1,95 na equação VI. Assim sendo, os resultados para esse subperíodo indicam uma demanda menos inelástica a curto prazo e uma demanda menos elástica a longo prazo do que para o período inteiro.

Os resultados para o subperíodo 1966-71 (tabela 4) são aparentemente melhores que aqueles para o período inteiro, 1948-71, ou o subperíodo 1949-60, tanto para o modelo tradicional como para o modelo de ajustamento. Entretanto devido ao pequeno número de observações consideradas, existem restrições a esses resultados.

Tabela 4

Resultados das regressões: demanda de fertilizantes no Estado de São Paulo, 1966-71

| Termo constante                           |        | X <sub>1</sub>       | X <sub>2</sub>    | X <sub>3</sub>  | X <sub>4</sub>  | X <sub>5</sub>      | Y <sub>t-1</sub>    | R <sup>2</sup> |
|---|--------|----------------------|-------------------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|----------------|
| Modelo tradicional (em log):              |        |                      |                   |                 |                 |                     |                     |                |
| I   | 7,814  | -2,865****<br>(4,07) | —                 | —               | —               | —                   | —                   | 0,806          |
| II  | 10,399 | -2,379****<br>(3,45) | 2,888**<br>(1,51) | —               | —               | —                   | —                   | 0,890          |
| III                                       | -2,18  | -0,41*<br>(1,62)     | —                 | —               | —               | 4,11****<br>(11,28) | —                   | 0,990          |
| Modelo de ajustamento retardado (em log): |        |                      |                   |                 |                 |                     |                     |                |
| IV  | 3,849  | -1,599****<br>(4,92) | —                 | —               | —               | —                   | 0,671****<br>(5,68) | 0,984          |
| V   | 3,062  | -1,613****<br>(4,19) | 0,444<br>(0,40)   | —               | —               | —                   | 0,634****<br>(3,52) | 0,981          |
| VI  | 3,261  | -1,694****<br>(3,97) | —                 | 0,359<br>(0,47) | —               | —                   | 0,676****<br>(4,92) | 0,985          |
| VII                                       | 0,362  | -1,660****<br>(4,19) | —                 | —               | 0,244<br>(0,48) | —                   | 0,626****<br>(3,8)  | 0,985          |

Nota: Variável dependente: Y = Consumo aparente dos fertilizantes, em termos de macronutrientes (N-P-K); X<sub>1</sub> = Preço médio real de fertilizantes; X<sub>2</sub> = área cultivada (17 culturas); X<sub>3</sub> = Rendimento físico médio agricultura paulista, retardado; X<sub>5</sub> = Tendência (1948 = 0); e, Y<sub>t-1</sub> = o mesmo que Y, retardado de um ano.

Níveis de significância: \*\*\*\* para 5% ou menos  
\*\*\* para 10%  
\*\* para 20%  
\* para 30%.

O coeficiente para a variável preço é significativo ao nível de 5% nas equações I e II, indicando uma elasticidade de preço de demanda nos limites entre -2,38 e -2,86, muito mais elevada do que aquela observada para outros períodos.

A introdução da variável tendência, entretanto, causa uma redução no coeficiente de preço -0,41, significativo ao nível de 30%.

O modelo de ajustamento tem coeficientes de preço significantes ao nível de 5%, com elasticidade de preço a curto prazo variando entre -1,60 e -1,69 e a elasticidade de preço a longo prazo variando entre -4,48 e -5,28. O coeficiente de ajustamento "b" para esse período

de varia entre 0,32 e 0,37; esses valores são aproximadamente iguais àqueles para o subperíodo 1949-60. Nenhuma das outras variáveis testadas, como área cultivada, rendimento das culturas, ou preços das culturas, foi significativa neste modelo. Assim, a demanda para fertilizantes nesse subperíodo é consideravelmente mais elástica quanto ao preço a curto prazo e a longo prazo, do que aquela observada para o período 1949-71, ou para o subperíodo 1949-60.

## 8. CONCLUSÕES

O modelo de retardamentos distribuídos proporcionou um melhor ajustamento para a função

de demanda de fertilizantes no Estado de São Paulo do que o modelo tradicional.

Vimos pelos resultados do modelo de ajustamento que o preço é importante na demanda de fertilizantes e que os agricultores paulistas são sensíveis a mudanças nos preços de seus insumos. Nenhuma das outras variáveis testadas, preços recebidos das culturas, rendimento das culturas ou área cultivada, foram estatisticamente significativos ou contribuíram para a explicação dessas equações.

A elasticidade de preço da demanda para fertilizantes é inelástica a curto prazo e elástica a longo prazo. Também parece que a demanda para fertilizantes mudou estruturalmente entre o subperíodo 1949-60 e o subperíodo 1966-71, como resultado da maior estabilidade política e econômica no Brasil e de políticas governamentais especificamente destinadas a aumentar o uso de insumos modernos. A elasticidade de preço a curto prazo aumentou de cerca de  $-0,68$  no primeiro subperíodo para  $-1,64$  no último, e a elasticidade de preço a longo prazo aumentou de  $-1,84$  para  $-4,87$ , respectivamente. Essa conclusão, entretanto, deve ser interpretada com cautela por causa do número limitado de observações no segundo subperíodo. Além disso, o coeficiente da variável preço poderia ser tendencioso devido às limitações dos dados que não permitiram a inclusão de uma variável de crédito. Esta última afetou positivamente o consumo de fertilizantes. Pesquisas adicionais daqui a alguns anos poderão medir essa influência de crédito.

Em suma, políticas governamentais destinadas a modernizar a agricultura através de maior uso de insumos agrícolas comprados, tais como fertilizantes, atingirão esse objetivo muito mais depressa se os preços forem mantidos em níveis semelhantes àqueles que vigoraram durante anos recentes. □

52

## BIBLIOGRAFIA

Cibantos, Jubert Sanches. Demanda de fertilizantes no Estado de São Paulo. Tese de doutorado não publicada. Piracicaba, Departamento de Ciências Sociais Aplicadas, ESALQ USP, 1972.

Griliches, Zvi. The demand for fertilizer: an economic interpretation of a technical change. *Journal of Farm Economics*, n. 40, p. 591-600, Aug. 1958.

\_\_\_\_\_. Distribution lags, disaggregation and regional demand functions for fertilizer. *Journal of Farm Economics*, n. 41, p. 90-100, Feb. 1959.

Heady, Earl O. & Yeh, M.H. National and regional demand functions for fertilizer. *Journal of Farm Economics*, n. 41, p. 332-48, May 1959.

Hsu, Robert C. The demand for fertilizer in a developing country: the case of Taiwan 1950-66. *Economic Development and Cultural Change*, v. 20, n. 2, p. 299-309, Feb. 1972.

Instituto de Economia Agrícola. *Desenvolvimento da agricultura paulista*. São Paulo, Secretaria da Agricultura, mar. 1971.

Knight, Peter T. *Brazilian agricultural technology and trade: a study of five commodities*. New York, Praeger Publishers, 1971.

Lanzer, Edgar Augusto. Análise econômica de um grupo de equipamento de fertilização e calagem de solo na cultura do trigo — Rio Grande do Sul. Tese de M.S. não publicada, UFRGS, Porto Alegre, 1970.

Leonard, P.L. A note on the demand for fertilizer in West-Pakistan. *Development Review*, p. 419-25, 1969.

Nelson, Willian C. & Meyer, Richard L. O aumento da produtividade agrícola: o caso de fertilizantes. *Anais do Seminário Sobre a Influência da Política Agrícola na Formação de Capital*. Brasília, Ministério da Agricultura, Subsecretaria de Planejamento e Orçamento, p. 72-94, 1972.

Nerlove, Marc. *The dynamics of supply: estimation of farmers response to price*. Baltimore, John Hopkins Press, 1958.

Parikh, A. Consumption of nitrogenous fertilizer: a continuous cross-section study and covariance analysis. *Indian Economic Journal*, v. 12, n. 2, p. 258-74, 1966.

Wright, Charles L. Análise econômica de adubação em culturas anuais na região de Ribeirão Preto — Ano Agrícola 1971/72. Dissertação de Mestrado não publicada. Piracicaba, Departamento de Ciências Sociais Aplicadas, ESALQ USP, 1973.

<sup>1</sup> Os poucos estudos sobre o consumo de fertilizantes nos Estados Unidos incluem: Griliches, Z. The demand for fertilizer; an interpretation of a technical change. *Journal of Farm Economics*, n. 40, p. 591-

606, Aug. 1958; Griliches, Z. Distribution lags, disaggregation and regional demand functions for fertilizers. *Journal of Farm Economics*, n. 41, p. 90-102, Feb. 1959; Heady, E.O. & Yeh, M.H. National and regional demand function for fertilizer. *Journal of Farm Economics*, n. 41, p. 332-48, May 1959. Estudos sobre o consumo de fertilizantes nos países em desenvolvimento incluem: A. Parikh, Consumption of nitrogenous fertilizer: a continuous cross-section study and covariance analysis. *Indian Economic Journal*, v. 12, n. 2, p. 258-74, 1966; Leonard, P.L. A note on the demand for fertilizer in West-Pakistan. *Development Review*, p. 419-25, Winter 1969. Hsu, Robert C. The demand for fertilizer in a developing country: the case of Taiwan 1950-66. *Economic Development and Cultural Change*, v. 20, n. 2, p. 299-309, 1972; Knight, Peter T. *Brazilian agricultural technology and trade: a study of five commodities*. New York, Praeger Publishers, 1971.

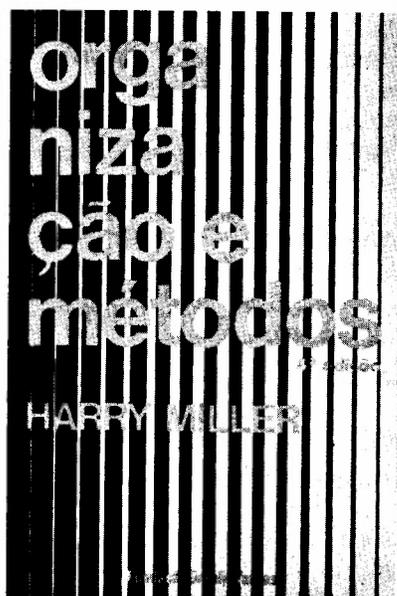
<sup>2</sup> Em abril de 1966 foi criada o Fundo de Estímulo Financeiro ao Produtor Rural (Funfertil), o qual criou o crédito rural para insumos modernos. No caso de fertilizantes as taxas de juros para sua aquisição pelo Funfertil foram nulas de 1966 a 1969, passando a 7% daí em diante.

<sup>3</sup> Ver Heady e Yeh e Hsu, art. cit.

<sup>4</sup> Nerlove, M. *The dynamics of supply: estimation of farmer's response to price*. Baltimore, John Hopkins Press, 1958. Griliches, Zvi. The demand for fertilizer; an interpretation of a technical change. Hsu, Robert C. art. cit.

<sup>5</sup> Nem todas as equações ajustadas são incluídas aqui devido a limitações de espaço.

<sup>6</sup> Ver Knight. op. cit. e Hsu art. cit.



# a última palavra em racionalização do trabalho

são duas:

## organização e métodos

o famoso livro de Harry Miller, indispensável a industriais, técnicos, diretores, administradores

agora em 4ª edição, revista e aumentada pelo autor — bibliografia atualizada

à venda nas boas livrarias — pedidos para serviço de publicações da  
Fundação Getúlio Vargas/praias de Botafogo, 188 - cp 21.120 - zc02