

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

12.268
ex. 2



**EVOLUÇÃO E DETERMINANTES DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA:
O CASO DA PESQUISA E DA EXTENSÃO RURAL EM SÃO PAULO**

GABRIEL LUIZ SERAPHICO PEIXOTO DA SILVA

Orientador: Fernando Bento Homem de Melo

SÃO PAULO

1982

IEA
TES



027432

REITOR DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Prof. Dr. Antônio Hélio Guerra Vieira

DIRETOR DA FACULDADE DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO

Prof. Dr. Sérgio de Indícibus

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

Profa. Dra. Diva Benevides Pinho

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
 FACULDADE DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO
 DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

* W. de ...
 11/44

LA 54
 129
 X. ...
 X. ...

Para Ruy M. Paiva,
 pioneiro dos estudos
 sobre modernização de
 agricultura no Brasil,
 com um abraço
 amigo. Jan. 83
 Gabriel

EVOLUÇÃO E DETERMINANTES DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA:
 O CASO DA PESQUISA E DA EXTENSÃO RURAL EM SÃO PAULO



Tese apresentada ao Departamento
 de Economia da FEA/USP, por
 Gabriel Luiz Seraphico Peixoto
 da Silva, sob a orientação do
 Prof. Dr. Fernando Bento Homem
 de Melo, para obtenção do título
 de Doutor em Economia.

SÃO PAULO
 1982

Para do T.E.A.

AQUISIÇÃO	DATA
ORIGEM: Tese 31830	
227432	
DE CHAMADA	IEA
338.18	Mauro
S 58 e	

ed 2

Penso ser justo que este trabalho seja
dedicado aos pesquisadores agrícolas.

E faço-o através de Johanna Döbereiner,
que apoiou meus primeiros passos no
campo da pesquisa científica.

Dedico-o também, e pelo mesmo motivo,
às pessoas que me são mais caras:

Meus pais, Gabriel e Lourdes

Minha mulher, Maria

Minhas filhas, Gabriela e Luciana

AGRADECIMENTOS

A realização deste estudo foi possível com a cooperação de várias instituições e pessoas. Reconheço especialmente o amplo suporte fornecido pelo Instituto de Economia Agrícola durante toda a pesquisa e a colaboração financeira do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Expresso meu agradecimento a Fernando Bento Homem de Melo pelo estímulo e orientação ao longo do programa de doutorado que concluo com este trabalho, e estendo este agradecimento a Guilherme Leite da Silva Dias, meu orientador no programa de mestrado, que me conduziu em direção ao doutorado.

Versões preliminares de partes deste trabalho foram lidas por Robert E. Evenson, Nelson Batista Martin, Ruy Miller Paiva, Guilherme Leite da Silva Dias, José Roberto Mendonça de Barros e José Juliano de Carvalho Filho. As críticas, comentários e sugestões de todos foram de grande valia para o resultado final.

Beneficiei-me também de discussões com Heron Carlos Esvael do Carmo, Zuleima Alleoni Pires de Souza Santos, Altino Aldo Ortolani e Hilton Silveira Pinto sobre aspectos mais específicos do trabalho.

Agradeço a cooperação dos estudantes estagiários Nilton Geraldo de Albuquerque e Otávio Augusto Junqueira na coleta e elaboração de dados e o apoio de Vera Lúcia Ferraz dos Santos em seu processamento.

Maria do Carmo Peixoto da Silva melhorou substancialmente a forma do manuscrito, enquanto Cecília de Souza Gouveia, Renato William de Moraes e Maria Isabel Del Rio Gomez foram muito eficientes no trabalho de datilografia e desenho.

Juizos de valor e eventuais erros são, entretanto, de exclusiva responsabilidade do autor.

ABSTRACT

EVOLUTION AND DETERMINANTS OF AGRICULTURAL PRODUCTIVITY: THE
CASE OF AGRICULTURAL RESEARCH AND RURAL EXTENSION IN SÃO
PAULO, BRAZIL

Partial productivity indexes of the primary factors of production (land and labor) and a total factor productivity index were constructed and its behavior analysed during the period 1956-1980. A measure of agricultural research and extension input - public investment - was utilized to explain the total productivity gains over that period. The yield per unit land increases of the main crops was analysed in relation to a measure of agricultural research output - number of scientific publications - along the period 1931-1979. Our results prove the potential of research to accelerate agricultural growth. Nevertheless, it has been asymmetrically exploited in terms of crops. Our estimates also provide support to the hypothesis of under investment in research from a viewpoint of social optimality. They also call strong attention to the necessity of deeper studies on the technology diffusion process. Finally, they suggest that a more balanced research policy could mitigate income disparities too.

ÍNDICE DE ASSUNTOS

1. INTRODUÇÃO	1
2. EVOLUÇÃO DO PENSAMENTO ECONÔMICO RELACIONADO À TECNOLOGIA E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA	8
3. CONCEITUAÇÃO, EXPLICAÇÃO E MENSURAÇÃO DO <u>PRO</u> GRESSO TECNOLÓGICO	16
3.1 - Conceitos Básicos	16
3.2 - Problemas de Explicação e Mensuração	21
4. EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA TERRA E DO TRABA- LHO E DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DE PRODUÇÃO	34
4.1 - Tendências da Produção e do Uso de Fato- res	35
4.2 - Comportamento da Produtividade da Terra e do Trabalho	48
4.3 - Evolução da Produtividade Total dos Fato- res	53
5. PESQUISA AGROPECUÁRIA, EXTENSÃO RURAL E AUMEN- TO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DE <u>PRO</u> DUÇÃO	57

5.1. - Estudos Anteriores	57
5.2. - Modelo Teórico	60
5.3. - Resultados Empíricos	70
5.4. - Implicações Económicas	88
6. PESQUISA AGRÍCOLA E AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA TERRA NAS PRINCIPAIS CULTURAS	103
6.1. - Caracterização Geral do Esforço de <u>Pesqui</u> <u>sa</u>	106
6.2. - Impactos sobre os Rendimentos	120
6.3. - Implicações Económicas	165
7. CONCLUSÕES	178
Bibliografia	181
Anexos	197

INDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Representação dos Conceitos de Técnica, Tecnologia e Combinação Economicamente Ótima de Fatores de Produção 19
- FIGURA 2 - Representação dos Efeitos do Progresso Tecnológico sobre a Produtividade dos Fatores de Produção 23
- FIGURA 3 - Índices de Produção Agropecuária, Estado de São Paulo, 1956-1980 39
- FIGURA 4(a) - Índices de Uso de Fatores de Produção na Agropecuária, Estado de São Paulo, 1956-1980 43
- FIGURA 4(b) - Índices de Uso de Fatores de Produção na agropecuária, Estado de São Paulo, 1956-1980 44

FIGURA 5 - Índices de Produtividade da Terra e do Trabalho e de Produtividade Total dos Fatores de Produção, Estado de São Paulo, 1956-1980 50

FIGURA 6(a) - Rendimento Médio de Café, Algodão, Laranja e Cana-de-Açúcar nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1979 127

FIGURA 6(b) - Rendimento Médio de Amendoim, Soja, Mandioca, Milho nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1979 143

FIGURA 6(c) - Rendimento Médio de Batata, Feijão, Arroz e Mandioca nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1979 148

FIGURA 6(d) - Rendimento Médio de Trigo, Tomate, Cebola e Banana nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1979 162

ÍNDICE DE QUADROS

- QUADRO 1. - Taxas Médias Anuais de Crescimento da Produção Agropecuária, Estado de São Paulo 1956-1980 40
- QUADRO 2. - Taxas Médias Anuais de Crescimento do Uso de Fatores de Produção na Agropecuária, Estado de São Paulo, 1956-1980 46
- QUADRO 3. - Taxas Médias Anuais de Crescimento da Produtividade da Terra e do Trabalho e da Produtividade Total dos Fatores de Produção na Agropecuária, Estado de São Paulo, 1956-1980 51
- QUADRO 4. - Taxas Médias Anuais de Crescimento da Produtividade da Terra e do Trabalho na Agropecuária em Algumas Regiões e Países, 1955-65 54

- QUADRO 5. - Taxas Médias Anuais de Crescimento da Produtividade Total dos Fatores de Produção na Agropecuária em Algumas Regiões e Países, em Diversos Períodos 56
- QUADRO 6. - Índice de Produtividade Total dos Fatores de Produção na Agropecuária, Deficiências Hídricas e Geadas Severas, Estado de São Paulo, 1956-1980 71
- QUADRO 7. - Investimentos Públicos em Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural, Estado de São Paulo, 1935-1980 72
- QUADRO 8. - Equações com Pesquisa Agropecuária De fasada, Extensão Rural Corrente e Condições do Tempo como Variáveis Explícitas do Índice de Produtividade Total na Agropecuária, Estado de São Paulo 74

QUADRO 9. - Equações com Pesquisa Agropecuária De
fasada, Extensão Rural Corrente e Con-
dições do Tempo como Variáveis Expli
cativas do Índice de Produtividade To
tal na Agropecuária, Estado de São
Paulo

76

QUADRO 10. - Equações com Pesquisa Agropecuária De
fasada, Extensão Rural Defasada e Con-
dições do Tempo como Variáveis Expli
cativas do Índice de Produtividade To
tal na Agropecuária, Estado de São
Paulo

80

QUADRO 11. - Equações com Pesquisa Agropecuária A
cumulada, Extensão Rural Corrente e
Condições do Tempo como Variáveis Ex
plicativas do Índice de Produtividade
Total na Agropecuária, Estado de São
Paulo

81

- QUADRO 12. - Equações com Pesquisa Agropecuária Acu
mulada, Extensão Rural Acumulada e
Condições do Tempo como Variáveis Ex
plicativas do Índice de Produtividade
Total na Agropecuária, Estado de São
Paulo 83
- QUADRO 13. - Equações com Pesquisa Agropecuária Acu
mulada em Interação com Extensão Rural
Corrente e Condições do Tempo como Va
riáveis Explicativas do Índice de Pro
dutividade Total na Agropecuária, Est
do de São Paulo 85
- QUADRO 14. - Produto Marginal da Pesquisa Agropecuá
ria, Estado de São Paulo 89
- QUADRO 15. - Produto Marginal da Pesquisa Agrícola
e Extensão Rural em Alguns Países, em
Diferentes Períodos 91

- QUADRO 16. - Relação entre Investimentos em Pesquisa Agropecuária e em Extensão Rural, Estado de São Paulo, 1936-1940 99
- QUADRO 17. - Número de Artigos Científicos Publicados pelas Principais Instituições de Pesquisa Agrícola do Estado de São Paulo, Segundo o Produto, 1925-1979 111
- QUADRO 18. - Número de Artigos Científicos Publicados sobre Produtos Exportáveis, Estado de São Paulo, 1925-1979 116
- QUADRO 19. - Número de Artigos Científicos Publicados sobre Produtos Domésticos, Estado de São Paulo, 1925-1979 117
- QUADRO 20. - Número de Artigos Científicos Publicados, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979 119

- QUADRO 21. - Índices de Rendimento de Culturas Sele
cionadas, Estado de São Paulo, 1931-
1939 122
- QUADRO 22. - Índices de Rendimento de Culturas Sele
cionadas, Estado de São Paulo, 1950-
1979 124
- QUADRO 23. - Número de Artigos Científicos Publica
dos sobre Café, Segundo a Natureza da
Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-
1979 128
- QUADRO 24. - Número de Artigos Científicos Publica
dos sobre Algodão, Segundo a Natureza
da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-
1979 131
- QUADRO 25. - Número de Artigos Científicos Publica
dos sobre Cítricos, Segundo a Natureza
da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-
1979 133

- QUADRO 26. - Número de Artigos Científicos Publicados sobre Cana-de-Açúcar, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979 136
- QUADRO 27. - Número de Artigos Científicos Publicados sobre Amendoim, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979 139
- QUADRO 28. - Número de Artigos Científicos Publicados sobre Soja, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979 140
- QUADRO 29. - Número de Artigos Científicos Publicados sobre Mamona, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979 141
- QUADRO 30. - Número de Artigos Científicos Publicados sobre Milho, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979 145

- QUADRO 31. - Número de Artigos Científicos Publicados sobre Batata, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979 150
- QUADRO 32. - Número de Artigos Científicos Publicados sobre Feijão, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979 151
- QUADRO 33. - Número de Artigos Científicos Publicados sobre Arroz, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979 155
- QUADRO 34. - Número de Artigos Científicos Publicados sobre Mandioca, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979 157
- QUADRO 35. - Número de Artigos Científicos Publicados sobre Trigo, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979 159

- QUADRO 36. - Número de Artigos Científicos Publicados sobre Tomate, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979 160
- QUADRO 37. - Número de Artigos Científicos Publicados sobre Cebola, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979 161
- QUADRO 38. - Número de Artigos Científicos Publicados sobre Banana, Segundo a Natureza da Pesquisa, Estado de São Paulo, 1925-1979 164
- QUADRO 39. - Elasticidades da Demanda de Alguns Produtos Domésticos 175

QUADRO A1. - Índices de Produção Agropecuária, Estado de São Paulo, 1956-1980	200
QUADRO A2. - Quantidades e Custos de Fatores de Produção Usados na Agropecuária, Es tado de São Paulo, 1956-1980	209
QUADRO A3. - Índices de Uso de Fatores de Produ ção na Agropecuária, Estado de São Paulo, 1956-1980	212
QUADRO A4. - Índices de Produtividade na Agropê cuária, Estado de São Paulo, 1956- 1980	215
QUADRO A5. - Rendimento de Culturas Seleccionadas, Estado de São Paulo, 1931-1979 (IBGE)	227
QUADRO A6. - Rendimento de Culturas Seleccionadas, Estado de São Paulo, 1950-1979 (IEA)	229

1 - INTRODUÇÃO

O progresso tecnológico vem sendo crescentemente enfatizado como fonte de desenvolvimento econômico desde o início dos anos cinquenta, quando estudos empíricos estímando o crescimento do produto não explicado pelo aumento do uso de fatores convencionais permitiram avaliar quantitativamente a importância do fenômeno, mostrando a relevância de investigações sobre seus determinantes ⁽¹⁾.

No âmbito da agricultura esse fato foi realçado em meados da década de sessenta, quando surgiram os primeiros trabalhos reconhecendo e mensurando a contribuição da pesquisa agrônômica para o aumento da produção e da produtividade agrícolas. Ficou claro, a partir de então, o papel preponderante da pesquisa na geração de novas técnicas produtivas, quer na forma de conhecimentos diretamente aplicaveis à produção, como na forma de conhecimentos incorporados em fatores materiais utilizados no processo produtivo.

Simultaneamente, evidenciou-se que educação formal e extensão rural ajudam a desenvolver as habilidades da mão-de-obra e a capacidade gerencial dos agricultores, contribuindo para acelerar o processo de adoção das novas téc

⁽¹⁾ Ver o estudo pioneiro de Solow (1957).

nicas geradas pela pesquisa na medida em que facilitam a aprendizagem de como usar novos insumos em combinação com os tradicionalmente empregados e aumentam a percepção das oportunidades de lucro criadas pelos novos métodos de produção ⁽¹⁾. Estudos mais recentes passaram a investigar não apenas a contribuição do progresso tecnológico para o crescimento da agricultura mas também seus impactos distributivos. Esforços teóricos e empíricos foram desenvolvidos buscando identificar e medir os efeitos do progresso tecnológico sobre a repartição da renda entre regiões, entre produtores e entre consumidores ⁽²⁾.

Paralelamente a esses desenvolvimentos ocorrendo em âmbito internacional, passou a ser uma idéia amplamente aceita no Brasil que o desempenho do setor agrícola poderia ter sido melhor ao longo das três últimas décadas, embora não possa ser considerado propriamente deficiente, sobretudo em termos agregados. Argumenta-se que o país poderia ter se beneficiado com maiores exportações desde o pós-guerra e, também, que um crescimento mais equilibrado da agricultura teria evitado o surgimento de uma situação de escassez de alimentos em decorrência da

⁽¹⁾ Ver o trabalho pioneiro de Griliches (1964) e também o de Evenson (1967).

⁽²⁾ Ver Falcon (1970), Akino e Hayami (1975), Hayami (1982) e, para o caso brasileiro, Melo (1982).

maior abertura da economia ao comércio exterior de produtos agrícolas, a partir dos anos sessenta ⁽¹⁾.

Em período mais recente uma contribuição maior do setor agrícola passou a ser solicitada para a solução de três problemas de importância crescente enfrentados pela economia brasileira. Com efeito, a partir de meados da década passada a política econômica estabeleceu como objetivos para o setor agrícola: a) melhorar a delicada situação do balanço de pagamentos, através da expansão das exportações agrícolas e da redução das importações via substituição de derivados do petróleo por sucedâneos obtidos de culturas e energéticas, b) melhorar a distribuição de renda favorecendo as classes mais carentes da população através da expansão da produção de alimentos a menores custos e c) reduzir pressões inflacionárias provenientes da agricultura, devidas principalmente ao desempenho insatisfatório da oferta de produtos de consumo doméstico.

O atingimento desses objetivos não será, entretanto, uma tarefa fácil, pois eles claramente envolvem um conflito em termos de disputa pelos recursos disponíveis ⁽²⁾. Assim sendo, a questão que naturalmente se coloca refe

⁽¹⁾ Ver esses argumentos em Pastore (1979) e em Melo (1980).

⁽²⁾ Esse conflito foi prospectivamente analisado por Melo (1980).

re-se às possibilidades de expandir a dotação de recursos, ou de aumentar suas produtividades, de modo a viabilizar a expansão da produção agrícola requerida pela política econômica. É um fato bem estabelecido que grande parte do crescimento da agricultura brasileira tem se baseado na expansão da área cultivada ⁽¹⁾. Não obstante, parece certo que esse caminho apresentará dificuldades, visto que envolverá custos crescentes, seja devido à incorporação de terras em geral menos aptas à agricultura, seja devido à maior distância da fronteira agrícola aos centros consumidores urbanos, que cresceram intensamente na última década ⁽²⁾. Aliás, o movimento migratório dirigido a esses centros reduziu sensivelmente a população rural, de tal forma que o crescimento da agricultura tampouco será favorecido pelo comportamento da força de trabalho ⁽³⁾. O aumento da produtividade dos

⁽¹⁾ Sobre as fontes de crescimento da agricultura brasileira ver Patrick (1975) e, também, Pastore, Alves & Rizzi (1976).

⁽²⁾ Melo (1980) calcula que para atender aos objetivos da política econômica a expansão da área cultivada deveria alcançar 8% ao ano, o dobro da taxa historicamente observada. Alves (1981) acredita que para atender a um crescimento da demanda de alimentos da ordem de 6% ao ano a expansão da oferta na fronteira agrícola não contribuirá com mais que 3%.

⁽³⁾ Esse aspecto foi enfatizado por Alves (1981), que sustenta a necessidade de melhorar a produtividade do trabalho na agricultura.

recursos primários - terra e trabalho - coloca-se assim como uma alternativa particularmente atraente, face à situação esboçada. Entretanto, esse também não será um caminho fácil. A contribuição do aumento de produtividade para o crescimento da produção agrícola depende da forma como instrumentos com atuação a longo prazo foram acionadas no passado, com destaque para a política de pesquisa agrícola, e tudo indica que o esforço nessa área tem sido insuficiente e sobretudo desbalanceado, refletindo-se em grandes diferenças de produtividade entre regiões, grupos de culturas e categorias de produtores (1). Em consequência os diversos segmentos da agricultura não podem disputar em condições de igualdade os recursos disponíveis, o que dificulta sobretudo o alcance dos objetivos perseguidos pela política econômica.

Como reflexo do conjunto de desenvolvimentos teóricos e fatos econômicos mencionados, os problemas relacionados com a alocação de recursos às atividades de pesquisa agrícola, bem como de extensão rural, começaram a despertar interesse crescente no Brasil, especialmente nos últimos anos.

Inserido neste esforço, este trabalho pretende

(1) Ver a respeito Schuh & Alves (1971), Alves & Pastore (1977) e ainda Silva, Fonseca & Martin (1979, 1980).

oferecer uma contribuição ao conhecimento de alguns aspectos da questão, no que se refere ao Estado de São Paulo. Partimos da hipótese de que para melhorar a performance do setor, em ordem a alcançar os três objetivos supra mencionados, é importante não apenas explorar o potencial da pesquisa e da extensão rural para deslocar a curva de possibilidades de produção mas também explorar o potencial desses últimos instrumentos para modificar a sua forma. Em outros termos, impõe-se investigar a contribuição da pesquisa e da extensão rural, para a produção agrícola agregada e também para a produção de seus vários segmentos separadamente, com base nas evidências do passado, em busca de um caminho para o futuro.

Este trabalho divide-se em cinco partes. Na primeira revisamos a evolução do pensamento econômico relacionado à tecnologia e produtividade agrícolas. Na segunda tratamos dos problemas relacionados à conceituação, explicação e mensuração do progresso tecnológico. Na terceira investigamos o comportamento das produtividades parciais e total dos fatores. Na quarta procuramos determinar a contribuição da pesquisa agrícola e da extensão rural para o aumento da produtividade total. Na quinta relacionamos a evolução do rendimento de algumas das principais culturas ao correspondente

Marcos
Wolfe
S. Paul

esforço de pesquisa, comentamos algumas implicações distri
butivas e tecemos considerações a respeito dos fatores con
dicionando o padrão de pesquisa identificado.

2. EVOLUÇÃO DO PENSAMENTO ECONÔMICO RELACIONADO À TECNOLOGIA E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLAS

Neste capítulo nosso objetivo é empreender uma revisão muito breve da evolução das idéias relacionadas ao papel da tecnologia no processo de desenvolvimento da agricultura.

Começaremos pela visão dos clássicos, para a partir dela alcançar os desenvolvimentos teóricos atuais.

A visão dos clássicos sobre a agricultura foi dominada pelo pensamento de Malthus e Ricardo. É interessante observar que o pessimismo desses autores quanto à possibilidade de continuado e suficiente crescimento da produção agrícola, em ordem a evitar a estagnação econômica, não estava presente na obra de Smith ⁽¹⁾.

Não obstante, talvez por concentrar sua atenção sobre o problema da distribuição do produto e não sobre os

⁽¹⁾ "Essa abundância de alimento, da qual, em consequência da melhoria da terra, muitos têm à sua disposição mais do que podem consumir ..." e ainda "A abundância crescente de alimento, em consequência da crescente melhoria de cultivo, deve necessariamente aumentar a demanda de cada parcela do produto agrícola não-alimentar ..." (Inquérito sobre a Natureza e Causas da Riqueza das Nações, citado por Chacel, 1977).

determinantes de seu crescimento, Ricardo aparentemente deu pouca importância a essas idéias de Smith. Enfatizou, ao contrário, o papel do princípio da população e da lei dos rendimentos decrescentes ⁽¹⁾. Com o crescimento da população e o cultivo de terras de qualidade cada vez pior a intensificação da agricultura poria em ação a lei dos rendimentos decrescentes, impedindo o aumento da produção ao mesmo ritmo da população. Por esse caminho Stuart Mill chegou à tendência ao estado estacionário.

A visão clássica não contemplava portanto a possibilidade de o abastecimento da população em expansão ser assegurado através do progresso tecnológico na agricultura. Essa visão, cristalizada por Ricardo, não correspondia à de Smith (como já mostramos) e conflitava com a de Anderson que, segundo Schumpeter (1964), já à época de Smith sustentava que a produtividade da terra poderia ser aumentada quando se fizesse necessário.

É natural que Marx, tendo construído, segundo Schumpeter (1964), a única teoria genuinamente evolucionária de seu tempo, tenha atribuído importância capital ao

⁽¹⁾ Embora o princípio da população seja atribuído a Malthus, segundo Schumpeter (1964) Botero já o havia formulado 200 anos antes. Por outro lado, a lei dos rendimentos decrescentes, associada ao nome de Ricardo, segundo Marx (1968) foi apresentada pela primeira vez por Anderson ao tempo de A. Smith.

papel do progresso técnico no processo de mudanças econômico-sociais. Marx considerava o crescimento da produtividade agrícola como uma pré-condição para a emergência do capitalismo industrial. Mesmo assim, não permaneceu completamente imune à influência de Ricardo (1).

A idéia básica de que o progresso tecnológico na agricultura encontrava obstáculos específicos e se processava mais lentamente que na indústria teve realmente grande influência.

A história mostrou, entretanto, que produção e produtividade agrícolas cresceram persistentemente, ainda que a taxas reduzidas, durante longos períodos, em sociedades pré-industriais. Com o advento da industrialização o potencial de crescimento deslocou-se do nível 1% ao ano para a faixa dos 1,5% - 2,5% ao ano e, a partir de meados deste século, atingiu os 4% ao ano, conforme referem Hayami

(1) "na agricultura (como na indústria de mineração) temos que considerar, além da produtividade social, a produtividade natural do trabalho, e esta depende das condições naturais. É possível que o acréscimo da produtividade social na agricultura apenas compense, ou nem mesmo compense, o decréscimo da produtividade natural - com a pensação que só pode ser transitória - e, desse modo, apesar do desenvolvimento técnico, o produto não barateie, e meramente se impeça que encareça mais" (O Capital, citado por Silva, 1980).

& Ruttan (1971).

Como esses resultados foram alcançados? Inicialmente com o desenvolvimento de todo um complexo conjunto de métodos e práticas agropecuárias que buscavam a manutenção e melhoria do potencial produtivo dos solos e que por isso veio a ser conhecido como modelo conservacionista de desenvolvimento agrícola ⁽¹⁾. Não resta qualquer dúvida de que as idéias conservacionistas constituem um caminho capaz de assegurar crescimento sustentado da agricultura, porém a taxas inferiores às necessárias face aos objetivos de desenvolvimento econômico em condições de acelerado crescimento populacional ⁽²⁾.

Até o final do século passado, entretanto, a ciência já produzira as bases para mudanças dramáticas nos métodos de produção agrícola. Para isso contribuíram preponderantemente Liebig e Mendel. Com o desenvolvimento dos conhecimentos sobre nutrição mineral das plantas e genética, e sua lenta mas firme incorporação ao nível da tecnologia, foi possível ultrapassar um gargalo que se julgava

⁽¹⁾ Hayami & Ruttan (1971) fazem uma interessante apresentação do modelo.

⁽²⁾ Isso não elimina a relevância das idéias conservacionistas mesmo para a agricultura moderna, uma vez que a tecnologia é capaz de relaxar restrições impostas pela existente dotação de fatores, incluindo recursos naturais, mas é certamente impotente para eliminar sua escassez. Para uma análise lúcida a esse respeito ver Georgescu - Roegen (1976).

atê então intransponível.

Nessa perspectiva, a concepção dos clássicos pode ser vista como fruto de uma inadequada compreensão da história do desenvolvimento da agricultura, influenciada por uma visão muito simplificada do papel da terra, que numa agricultura em transformação se caracteriza mais como uma variável dependente que como um dado insensível à ação do homem, conforme interpretação de Hayami & Ruttan (1971).

Acredita-se que a contribuição mais efetiva da ciência, através do trabalho realizado por instituições de pesquisa na criação de novas técnicas, seja relativamente recente. Até os anos 30 apreciável parcela do esforço de experimentação destinava-se a testar e refinar inovações desenvolvidas pelos agricultores, introduzir e adaptar novas espécies. De qualquer forma, o esforço conjunto de agricultores e pesquisadores conduziu ao desenvolvimento de métodos de produção muito mais eficientes.

Criou-se, a partir de então, a idéia de que seria possível elevar a produtividade de agriculturas menos desenvolvidas pela disseminação dos métodos mais produtivos, já conhecidos e aprimorados. Essa concepção deu origem ao que veio a ser conhecido como modelo de difusão do desenvolvimento agrícola, que naturalmente enfatizou as atividades de assistência técnica e extensão rural como instrumentos para

a transferência de conhecimentos, e que teve grande influência durante os anos 50, segundo Hayami & Ruttan (1971).

A tentativa de estender esse processo a países menos desenvolvidos acabou por revelar sua ineficácia, em decorrência das dificuldades ou mesmo impossibilidade de adaptação das técnicas agrícolas disponíveis nos países desenvolvidos para os menos desenvolvidos. Tornou-se patente a necessidade de gerar localmente uma ampla gama de conhecimentos, concluindo-se que apenas determinados tipos de técnicas podiam ser transferidos com facilidade. Evidenciou-se, simultaneamente, que os ganhos de produtividade passíveis de serem obtidos através da realocação de recursos em culturas pouco desenvolvidas eram necessariamente pequenos.

Dentro dessa perspectiva, a chave para fazer de uma agricultura tradicional uma fonte de crescimento econômico, seria o investimento para tornar disponíveis novos fatores de produção, capazes de elevar a produtividade dos fatores primários; terra e trabalho. Esse modelo de desenvolvimento agrícola, devido a Shultz (1965), preconiza portanto a transformação da agricultura através do uso de insumos modernos, e assim foi rotulado. Em certo sentido, diríamos que na realidade ele significou uma extensão ao mundo menos desenvolvido das idéias que comandaram a modernização da agricultura nas economias técnica e economicamente avançadas.

No desenvolvimento desse modelo, entretanto, Schultz não chegou a discutir algumas questões básicas, a partir das quais teve lugar um novo esforço de teorização que resultou nos chamados modelos de inovação induzida. Esses modelos trataram de explicar como as condições econômicas são capazes de induzir o desenvolvimento e adaptação de uma eficiente tecnologia para as condições de uma particular sociedade. E nessa explicação atribuem papel decisivo aos preços dos fatores e dos produtos; dependendo das relações de preços o avanço tecnológico se orientará para a poupança de um ou outro fator, ou privilegiará um ou outro produto. Um aspecto muito importante considerado na construção desses modelos foi o reconhecimento explícito de que atividades essenciais ao processo de modernização geram bens que em apreciável medida se caracterizam como públicos, (pesquisa, educação) tornando imprescindível a participação do governo no processo, sob pena de tais bens não serem produzidos nas quantidades socialmente desejáveis.

A partir do estímulo proporcionado pelo trabalho de Hayami & Ruttan (1971), um ponderável esforço tem sido dedicado ao desenvolvimento desses modelos, que presentemente procuram explicar não apenas como as condições econômico-sociais determinam a evolução da tecnologia mas também co

mo atuam para modificar as próprias instituições (1).

(1) Sobre a evolução desses modelos ver Binswanger (1978). É difícil resistir à tentação de ver nesse esforço uma velada influência do pensamento de Marx.

3 - CONCEITUAÇÃO, MENSURAÇÃO E EXPLICAÇÃO DO PROGRESSO TECNOLÓGICO

Embora usados com muita frequência, os termos *técnica*, *tecnologia* e *progresso tecnológico* nem sempre são empregados com um mesmo significado. Para assegurar maior clareza e precisão, de modo a evitar interpretações ambíguas, pareceu-nos relevante proceder a uma breve revisão de idéias e definições relacionadas ao tema. A primeira finalidade deste capítulo é pois estabelecer uma base conceitual. A partir dela será possível, então, discutir os problemas pertinentes à mensuração e explicação do progresso tecnológico.

3.1. - Conceitos Básicos

A noção primária a ser inicialmente considerada é a de processo de produção, uma expressão comum e largamente usada. Todavia, como acentua Georgescu - Roegen (1970), é muito difícil encontrar exemplo de termo tão negligenciado quanto à sua exata significação. Processo de produção envolve a idéia de todo, de continuidade, e nisto reside a maior dificuldade para defini-lo e representá-lo. Torna-se necessário estabelecer fronteiras no processo global de produção e no tempo, tendo em conta as necessidades específicas da

análise econômica, para conferir operacionalidade ao conceito. Um processo produtivo elementar deve assim ser relacionado com a produção de um produto ou grupo de produtos para a qual serão sempre necessários diversos fatores. Alguns serão transformados no processo produtivo e outros subsistirão ao processo; os primeiros são os elementos de fluxo e os segundos os de fundo, que correspondem aos agentes inalteráveis mas responsáveis pelas transformações. Entre os elementos de fluxo distinguem-se os "inputs" dos "outputs", dependendo dos elementos apenas entrarem ou somente saírem do processo. Os elementos de fundo caracterizam-se evidentemente como "inputs" e "outputs" simultaneamente. O intervalo de tempo necessário à produção é essencial para a caracterização do processo. No caso da agricultura o tempo reveste-se de importância particular, devido ao caráter descontínuo da produção, decorrente de fenômenos físico-biológicos ⁽¹⁾.

O termo técnica aplica-se a cada particular processo de produção pelo qual um dado produto, ou conjunto de produtos, pode ser obtido. Técnica e processo produtivo são portanto sinônimos; correspondem efetivamente a uma re

⁽¹⁾ As idéias aqui sintetizadas baseiam-se em Georgescu-Roegen (1970).

ceita de como produzir bens. O conjunto de todos os processos de produção, ou de todas as técnicas conhecidas para obtenção de um determinado produto, ou grupo deles, caracteriza a tecnologia. Progresso tecnológico refere-se ao avanço da tecnologia existente, envolvendo por conseguinte a ampliação do estoque de técnicas ou processos de produção conhecidos ⁽¹⁾.

A representação analítica da tecnologia corresponde ao familiar conceito de função de produção, em que cada um dos pontos representa uma dada técnica ou processo de produção envolvendo uma particular combinação de um conjunto de "inputs" que conduz à obtenção de um determinado conjunto de "outputs", durante um intervalo de tempo definido.

A função $Y = f(x_1, x_2)$ ilustrada na figura 1 representa uma tecnologia. Pode-se imaginar que descreva, por exemplo, o processo pelo qual se obtém como "output" um produto agrícola, utilizando-se como "inputs" transformáveis fertilizantes, defensivos, combustíveis, etc. e como fundos terra, trabalho e capital. O ponto A corresponde a uma técnica ou processo de produção em que x_1^A e x_2^A unidades de recursos permitem obter Y_0 unidades de produto. O ponto B corresponde a uma técnica que utilizando x_1^B e x_2^B de recur

⁽¹⁾ Na literatura são igualmente usadas as expressões progresso tecnológico e progresso técnico.

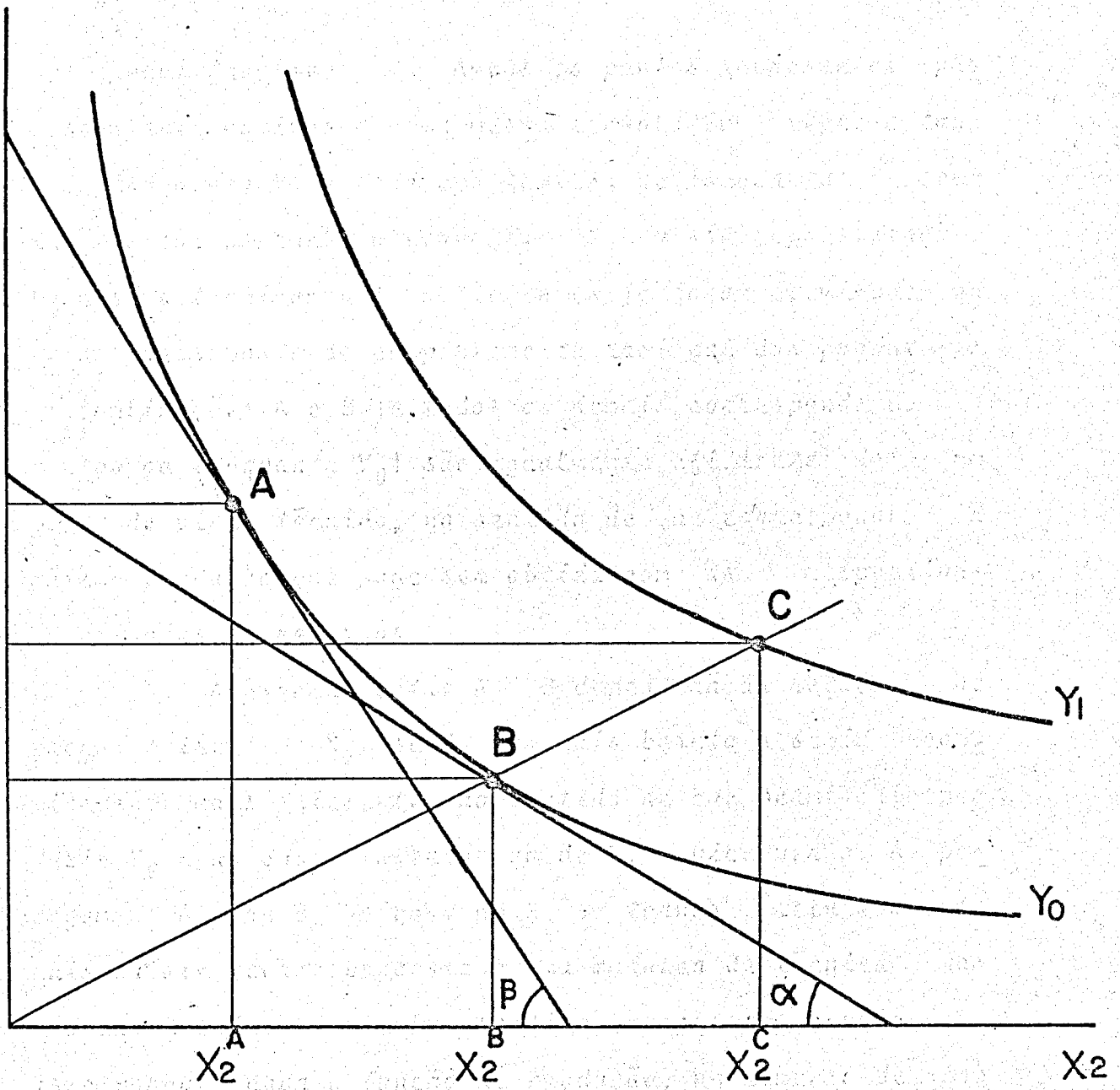


FIGURA 1. Representação dos Conceitos de Técnica, Tecnologia e Combinação Economicamente Ótima de Fatores de Produção

sos produz igualmente Y_0 . Ambos os pontos representam pro
cessos alternativos de uma mesma tecnologia, representada
 pela isoquanta Y_0 e toda uma família de isoquantas seme
lhantes que preenche o plano X_1 X_2 . Nessa representação,
 processos tecnicamente ineficientes já foram eliminados, fa
ce ao pressuposto de comportamento racional dos produtores.
 As combinações A e B (e todas as demais correspondendo a
 pontos da isoquanta Y_0) são igualmente eficientes de um
 ponto de vista técnico, no sentido de que correspondem a
 máxima produção que pode ser obtida com as respectivas
 quantidades de recursos.

A escolha entre A e B dependerá da relação de
 preços entre X_1 e X_2 ; se X_1 for mais barato A seria econo
micamente mais eficiente, no sentido de que permitiria pro
duzir Y_0 a um custo inferior ao de B, e vice-versa. A pas
sagem de A para B, no caso de X_2 se tornar relativamente
 mais barato, corresponderia a uma mudança de técnica mas
 não envolveria, em nenhum sentido, progresso tecnológico.
 Isto porque, dada a função de produção, um aumento de pro
duto de Y_0 para Y_1 implicará, necessariamente, ou o aumen
to das quantidades de ambos os fatores, ou pelo menos o au
mento da quantidade de um deles, mantida a quantidade do
 outro.

É interessante observar, acompanhando Nadiri (1970), que mesmo permanecendo constante a tecnologia, as produtividades podem se alterar. Com efeito, a produtividade parcial de X_1 , por exemplo, crescerá de $PP_{X_1} = Y_0 / X_1^A$ para $PP_{X_1} = Y_0 / X_1^B$ com o encarecimento de X_1 em termos de X_2 . O preço relativo dos fatores afeta portanto as produtividades parciais através de seus efeitos sobre a relação X_1/X_2 , cuja magnitude depende da elasticidade de substituição entre os fatores. Outras características técnicas do processo de produção podem induzir variações de produtividade, destacando-se a presença de economias de escala. Voltando à figura 1, e supondo $Y_0 > Y_1$, um movimento de C para B descreve um possível efeito escala: a poupança proporcional de X_1 e de X_2 devida a um aumento da escala de produção. Se, entretanto, a função de produção for não homotética, a poupança de X_1 e de X_2 não ocorrerá na mesma proporção, quando se expandir a escala de produção. Em ambos os casos resultarão variações de produtividade, também independentes de modificações da função de produção.

3.2. Problemas de Mensuração e Explicação

Podemos agora empreender uma discussão sobre o progresso tecnológico em relação com a produtividade. Nadiri (1970) menciona três formas de progresso tecnológico - neutro, tendencioso e com especialização dos fatores - cu

jos efeitos são ilustrados na figura 2. Admitamos que todas as isoquantas correspondam ao mesmo nível de produto Y e seja A a situação inicial. Com progresso tecnológico neutro a posição B seria eventualmente atingida, produzindo-se o mesmo produto Y a partir de quantidades menores de X_1 e X_2 ; nesse caso o progresso tecnológico, representado pelo deslocamento paralelo da isoquanta da posição Y_1 para Y_2 , reduz proporcionalmente as quantidades de X_1 e X_2 elevando igualmente as respectivas produtividades ⁽¹⁾. Ocorrendo progresso tecnológico tendencioso a situação C poderia ser alcançada; esse tipo de mudança tecnológica, representado por deslocamento e rotação da isoquanta de Y_1 para Y_3 , leva a uma poupança relativamente maior de X_1 para todas as técnicas, elevando conseqüentemente sua produtividade em comparação à de X_2 . Finalmente, a posição D poderia ser atingida no caso de progresso tecnológico envolvendo maior especialização dos fatores e portanto redução da elasticidade de substituição entre eles; esse tipo de progresso tecnológico é representado pelo deslocamento e mudança de forma da isoquanta de Y_1 para Y_4 , que apresenta curvatura mais fechada, podendo o aumento de produtividade de X_1 ser igual ou diferente ao de X_2 .

(¹) O caráter neutro ou tendencioso do progresso tecnológico é definido por Hicks supondo constante a relação capital/trabalho. Solow supõe constante a relação trabalho/produto e Harrod a relação capital/produto. Ver Nardiní (1970).

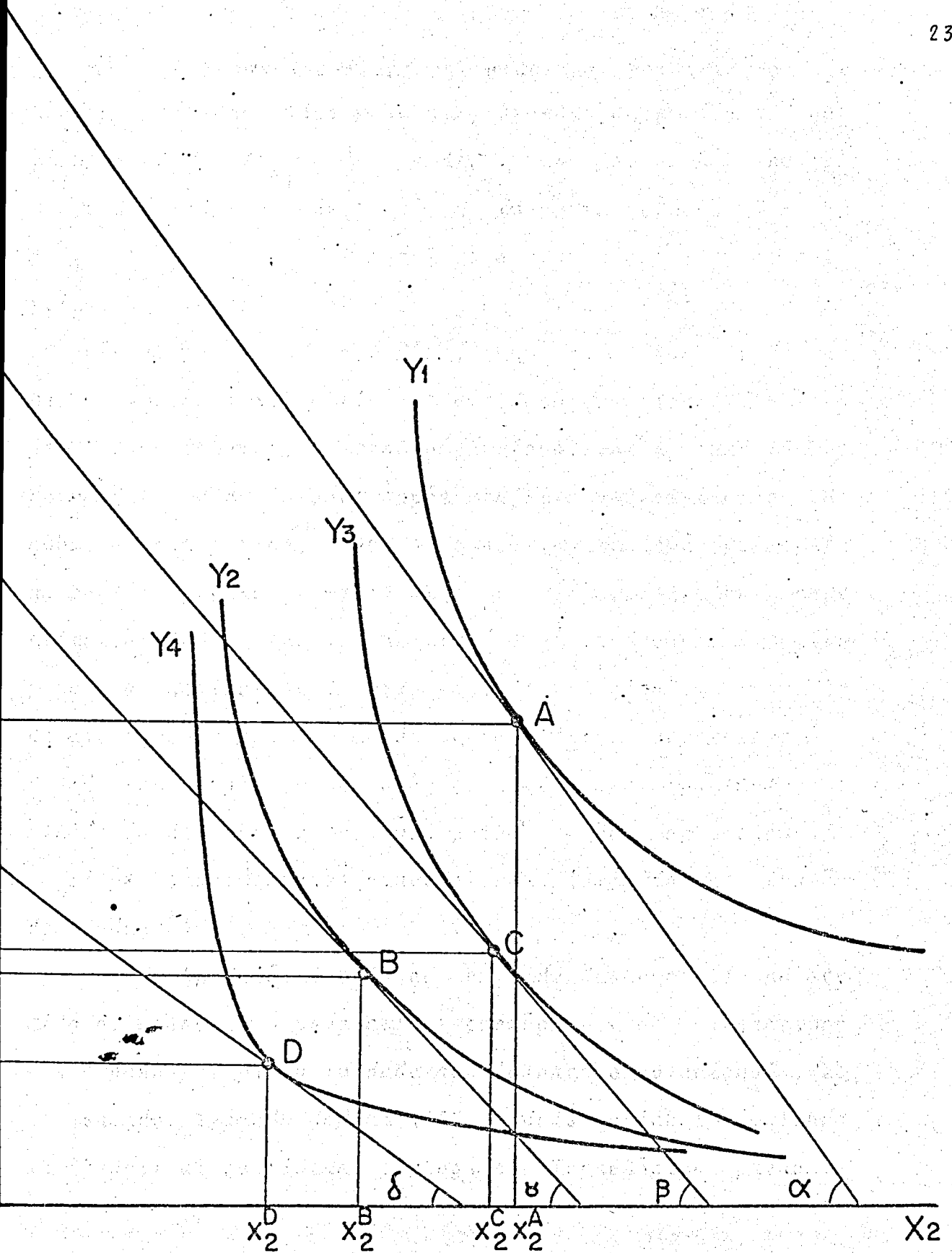


FIGURA 2. - Representação do Progresso Tecnológico e seus Efeitos sobre a Produtividade dos Fatores de Produção

O progresso tecnológico conduz, portanto, a ganhos de produtividades parciais, medidas através - dos quocientes $PP_{X_1} = Y/X_1$ e $PP_{X_2} = Y/X_2$. Resulta, também, no aumento da produtividade total, medida pela relação $PT = Y/aX_1 + bX_2$ (a e b indicando pesos apropriados). Qual a expliação para tais ganhos de produtividade? De que modo, através do progresso tecnológico, uma maior quantidade de fatores passa a ser obtida de uma dada quantidade de fatores? Como sabemos, a relação funcional entre quantidades de produtos e de fatores supõe perfeita especificação de ambas as categorias, o que se conceitualmente é possível, na prática revela-se muito difícil. Assim, deficiente especificação das fontes de crescimento da produção é o motivo pelo qual atribui-se ao progresso tecnológico a parcela de crescimento não explicada pelos fatores convencionais. Medidas de progresso tecnológico refletiriam, portanto, o efeito da descoberta de novos fatores e do aprimoramento qualitativo dos fatores convencionais (omitidos na função de produção).

Apreciável esforço tem sido desenvolvido no sentido de associar o progresso tecnológico e o correspondente ganho de produtividade aos fatores convencionais. Nesse sentido, segundo Nadiri (1970), dois caminhos vêm sendo trilhados: a) considerar o progresso tecnológico predomi-

nantemente "incorporado" aos bens de capital e b) conside
rar a maior parte do progresso tecnológico "transmitido"
 através do trabalho. Essas expressões são usadas para in
dicar que os novos fatores são mais eficientes que os an
tigos em decorrência da acumulação de conhecimentos ciên
tíficos e da educação, que permitem aprimorar os bens de
 capital e o trabalho, respectivamente. Na realidade, o
 mais provável é que ambos os fenômenos ocorram e sejam re
levantes.

Alguns autores têm estimado funções de produ
ção agregadas para mensurar a contribuição do progresso
 tecnológico para o crescimento da produção. Outros têm op
tado por um método alternativo, denominado abordagem con
tábil do crescimento, em que a função de produção agrega
da é usada apenas como um esquema conceitual para isolar
 a contribuição dos vários fatores para o crescimento do
 produto. Entre os estudos utilizando o primeiro método no
 âmbito da agricultura, visando estudar o papel da pesqui
sa e da extensão rural no aumento da produtividade total
 dos fatores, encontram-se os trabalhos de Griliches (1964)
 e de Evenson (1967). O trabalho de Evenson & Jha (1973)
 constitui, aparentemente, a primeira tentativa de aplicar
 o segundo método com o mesmo objetivo.

Devemos mencionar, a essa altura, que também trilhamos o primeiro caminho ao iniciar este estudo; entretanto multicolinearidade entre diversas variáveis explicativas prejudicaram a estimação dos parâmetros da função de produção agregada, conduzindo à procura de um método alternativo. A abordagem contábil do crescimento foi então selecionada para o presente estudo. Seguem-se; por isso, algumas considerações caracterizando o método e apontando suas principais vantagens e limitações.

Em sintese, ele baseia-se na utilização da produtividade total como medida do progresso tecnológico. O conceito de produtividade total dos fatores foi desenvolvido justamente para superar as deficiências de medidas parciais de produtividade, tais como produto por hectare ou produto por unidade de trabalho, como indicadores de progresso tecnológico. Um índice de produtividade total, calculado pelo quociente de um índice agregado de produto por um índice agregado de fatores procura portanto medir apropriadamente os deslocamentos da função de produção, ou seja, os aumentos de produto obtidos como resultado do progresso tecnológico, mantendo-se constantes as quantidades de todos os fatores.

Tem sido apontado por diversos autores que as

fórmulas usadas para cálculo desses índices são de extrema importância. Conforme referem Evenson & Jha (1973), comprovou-se que índices tipo Laspeyres originam medidas pobres de produtividade quando ocorrem mudanças na proporção dos fatores ao longo do tempo. Mostrou-se, também, que índices geométricos ponderados pelas participações dos fatores são superiores nesse aspecto. Não obstante, certamente o maior avanço com respeito à mensuração da produtividade total surgiu com a mudança dos pesos usados na construção dos índices.

Para analisar a questão, voltemos à função de produção, mas reescrevendo-a como Evenson & Jha (1973) de modo a ilustrar simultaneamente os problemas de medida e de explicação dos ganhos de produtividade:

$$(1) Y = F(L_1, \dots, L_i, \dots, L_n), \text{ onde } L_i = X_i Q_i T_i,$$

Y representando o produto agregado, X_i quantidades de fatores, Q_i índices de mudanças das qualidades dos fatores e T_i índices de mudanças capazes de aumentar as quantidades dos fatores (no sentido de que cada fator torna-se "mais fator" após a mudança tecnológica, isto é, reduz-se a quantidade de fator por unidade de produto).

Para melhor entendimento justificam-se, antes de prosseguir, alguns esclarecimentos. Em primeiro lugar, deve ficar claro que o "efeito aumento" de um fator significa que o acréscimo de sua produtividade, devido ao avanço tecnológico, é expresso como equivalente a um aumento de sua quantidade. Uma inovação técnica incorporada ao capital pode, por exemplo, resultar num puro aumento de trabalho. Em segundo, convém lembrar que nem toda melhoria de qualidade de um fator corresponde a uma inovação técnica a ele incorporada. Por exemplo, um aumento de produtividade devido a características de sexo e raça não decorrem de inovações incorporadas ao trabalho, sucedendo evidentemente o contrário no caso da educação.

Derivando (1) com respeito ao tempo temos:

$$(2) \quad \frac{dY}{dt} = \frac{\partial F}{\partial L_1} \frac{dL_1}{dt} + \dots + \frac{\partial F}{\partial L_n} \frac{dL_n}{dt}$$

Assumindo a hipótese de maximização de lucros temos:

$$(3) \quad \frac{\partial F}{\partial L_1} = \frac{W_1}{P}, \text{ onde } W_1 \text{ é o preço de } L_1 \text{ e } P \text{ é o preço de } Y.$$

Substituindo (3) em (2) obtemos:

$$\frac{dy}{dt} = \frac{w_1}{P} \frac{dL_1}{dt} + \dots + \frac{w_n}{P} \frac{dL_n}{dt}; \text{ ou}$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{w_1 L_1}{P} \frac{1}{L_1} \frac{dL_1}{dt} + \dots + \frac{w_n L_n}{P} \frac{1}{L_n} \frac{dL_n}{dt}, \text{ ou}$$

$$(4) \frac{1}{y} \frac{dy}{dt} = \frac{w_1 L_1}{PY} \frac{1}{L_1} \frac{dL_1}{dt} + \dots + \frac{w_n L_n}{PY} \frac{1}{L_n} \frac{dL_n}{dt}$$

Supondo F homogênea de grau 1 temos pelo Teorema de Euler que:

$$(5) y = \frac{DF}{DL_1} L_1 + \dots + \frac{DF}{DL_n} L_n$$

Substituindo (3) em (5) obtemos:

$$y = \frac{w_1 L_1}{P} + \dots + \frac{w_n L_n}{P}, \text{ ou}$$

$$\frac{w_1 L_1}{PY} + \dots + \frac{w_n L_n}{PY} = 1, \text{ ou}$$

$$S_1 + \dots + S_n = 1, \text{ onde}$$

$$(6) S_1 = \frac{w_1 L_1}{PY}$$

Substituindo (6) em (4) temos:

$$(7) \dot{y} = S_1 \dot{L}_1 + \dots + S_n \dot{L}_n$$

Como $L_1 = X_1 Q_1 T_1$, então:

$\ln L_1 = \ln X_1 + \ln Q_1 + \ln T_1$, e portanto:

$$\frac{D \ln L_1}{Dt} = \frac{D \ln X_1}{Dt} + \frac{D \ln Q_1}{Dt} + \frac{D \ln T_1}{Dt}, \text{ ou}$$

$$\frac{1}{L_1} \frac{dL_1}{dt} = \frac{1}{X_1} \frac{dX_1}{dt} + \frac{1}{Q_1} \frac{dQ_1}{dt} + \frac{1}{T_1} \frac{dT_1}{dt}, \text{ ou}$$

$$(8) \dot{L}_1 = \dot{X}_1 + \dot{Q}_1 + \dot{T}_1$$

Substituindo (8) em (7) obtemos:

$$(9) \dot{y} = S_1 (\dot{X}_1 + \dot{Q}_1 + \dot{T}_1) + \dots + S_n (\dot{X}_n + \dot{Q}_n + \dot{T}_n), \text{ ou}$$

$$\dot{y} = \sum_{i=1}^n S_i \dot{X}_i + \sum_{i=1}^n S_i (\dot{Q}_i + \dot{T}_i)$$

Chegamos assim ao índice de produtividade

$$(10) \text{ PT} = \dot{Y} - \sum_{i=1}^n S_i \dot{X}_i = \sum_{i=1}^n S_i (\dot{Q}_i + \dot{T}_i), \text{ onde PT \u00e9 \u00edndice}$$

ca varia\u00e7\u00e3o da produtividade total, \dot{Y} simboliza varia\u00e7\u00e3o do produto, \dot{X}_i denota varia\u00e7\u00e3o das quantidades de fatores e S_i indica a participa\u00e7\u00e3o dos fatores. Como estas participa\u00e7\u00f5es alteram-se a cada momento, uma medida apropriada de produtividade \u00e9 obtida a partir de \u00edndice encadeado das taxas ponderadas de crescimento do uso dos fatores, ou seja, de aproxima\u00e7\u00f5es do \u00edndice de Divisia, como recomenda Christensen (1975). O mesmo tipo de \u00edndice deve, por raz\u00f5es an\u00e1logas, ser utilizado para c\u00e1lculo do produto agregado. Mostra tamb\u00e9m a express\u00e3o (10) que as varia\u00e7\u00f5es da produtividade total explicam-se pelas mudan\u00e7as qualitativas e multiplicadoras de fatores, devidamente ponderadas pelas participa\u00e7\u00f5es dos respectivos fatores.

Julgamos interessante lembrar neste ponto que o \u00edndice de Laspeyres, frequentemente usado em medidas de produtividade no passado n\u00e3o permite, devido \u00e0 const\u00e2ncia dos pesos, a separa\u00e7\u00e3o dos efeitos da substitui\u00e7\u00e3o de fatores e do progresso tecnol\u00f3gico. Ao contr\u00e1rio, o \u00edndice Divisia permite a elimina\u00e7\u00e3o dos efeitos da substitui\u00e7\u00e3o, justamente pelo uso de pondera\u00e7\u00f5es variando no tempo. Al\u00e9m disso, como mostrou Diewert (1976), enquanto o \u00edndice de Laspeyres

implica uma função de produção linear com perfeita substitutibilidade de fatores, o Índice de Divisia é consistente com uma função de produção neoclássica com taxas marginais de substituição declinantes, mais especificamente uma função de produção translogaritmica. Isso constitui uma vantagem adicional, uma vez que funções lineares não são consideradas apropriadas para representar processos de produção.

Para concluirmos estas considerações resta comentar as vantagens e limitações do método em discussão. Nadiri (1970) aponta como vantagens o fato de evitar problemas relacionados com a forma e estimação da função de produção. E considera como limitações mais fortes as hipóteses de que a função de produção apresenta retornos constantes à escala e de que os preços dos fatores constituem medidas aceitáveis dos respectivos produtos marginais ⁽¹⁾.

Devemos ainda deixar claro que usaremos a abordagem contábil do crescimento neste trabalho de forma muito diferente da utilizada nos estudos de Denison (1962) e

⁽¹⁾ De fato a presença de economias de escala na agricultura é questão controvertida. Entre as evidências positivas podemos citar Griliches (1963, 1964). Por outro lado, numa agricultura em transformação, em desequilíbrio, é possível que os preços de fato se afastem dos produtos marginais, mas devem convergir a longo prazo. Engler (1979) evidencia retornos constantes à escala na agricultura paulista.

Jorgenson & Griliches (1967), considerados os mais importantes usando esse método. O primeiro autor procurou medir o progresso tecnológico puro reduzindo a magnitude do resíduo por meio de ajustamentos nas quantidades e características dos fatores de produção, enquanto os segundos tentaram explicar todo o progresso tecnológico através de correções apropriadas dos erros de agregação e medida das quantidades e preços dos fatores. Neste estudo não faremos qualquer ajustamento dos fatores convencionais buscando eliminar o resíduo ou transformá-lo num progresso tecnológico quase puro. Assumiremos, seguindo Evenson & Jha (1973), que as mudanças capazes de aumentar a quantidade e qualidade dos fatores são descobertas, modificadas e difundidas de produtor a produtor através de atividades econômicas específicas - pesquisa agrícola, extensão rural, etc. - capazes de explicar o deslocamento da função de produção definida em termos dos fatores convencionais.

4 - EVOLUÇÃO DAS PRODUTIVIDADES DA TERRA E DO TRABALHO E DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DE PRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é estudar as tendências da produtividade na agropecuária do Estado de São Paulo, durante o período 1956-1980. Analisaremos a evolução das produtividades parciais da terra e do trabalho e o comportamento da produtividade total dos fatores de produção. Os índices de produtividade agregada em que se baseia a análise foram obtidos pelo quociente de índices agregados de produção por índices simples de terra e de trabalho ou por um índice agregado de fatores. Como procuramos mostrar na discussão metodológica do capítulo anterior, somente o uso de índices apropriados garante a obtenção de medidas confiáveis de produtividade. Por esse motivo calculamos índices agregados de produção e de uso de recursos especificamente para esse trabalho, utilizando o tipo Fisher encadeado, com ponderações variando ano a ano; por satisfazer os requisitos exigidos, conforme Cristensen (1975).

Antes, porém, de apresentar as medidas de produtividade, julgamos conveniente fazer um apanhado das tendências gerais da agropecuária, no que diz respeito à produção e ao uso de fatores. O conhecimento dessas tendências

certamente contribuirá para a compreensão das mudanças de produtividade agregada que serão discutidas neste capítulo, como também poderão ser úteis para a análise dos ganhos de rendimento das principais culturas, que será empreendida mais adiante.

4.1. - Tendências da Produção e do Uso de Fatores

Para examinar as tendências de crescimento da produção agropecuária paulista preparamos um conjunto de informações abrangendo agregados compostos pelos 21 principais produtos vegetais e animais: café, laranja, tangerina, limão, banana, uva, cana-de-açúcar, soja, amendoim, algodão, mamona, milho, arroz, feijão, trigo, mandioca, batata, cebola, tomate, carne bovina e leite.

Além da produção agropecuária global outros agregados foram considerados, com o objetivo de contrastar diferenças de comportamento. Nesse sentido, separamos a produção agrícola e a produção pecuária, devido às suas características bastante distintas, no que se refere ao processo produtivo. Separamos também, por razões de natureza econômica, os produtos de mercado externo e os de mercado interno.

Essa segmentação da agricultura brasileira, reco

nhecida por Melo (1978) e também por Barros & Grahm (1978) é relevante para a análise que vamos desenvolver ao longo desse trabalho. A diferenciação da agricultura por ambos os autores baseou-se fundamentalmente no processo de formação dos preços. Claramente, no caso dos produtos domésticos apenas variáveis internas são relevantes para a determinação de preços e quantidades, enquanto as condições prevalentes no mercado externo são essenciais no caso dos produtos transacionados internacionalmente.

O critério de classificação repousa portanto na maior ou menor exposição às forças do mercado internacional de produtos agrícolas, não sendo de maior importância a questão do destino dos produtos, isto é, se são apenas consumidos no mercado doméstico (ou exportados) ou se a produção se destina ao consumo local e à exportação em proporções não desprezíveis; aliás nesse sentido a segmentação seria hoje menor que no passado pois atualmente um maior número de produtos é simultaneamente consumido no país e exportado. A principal implicação da existência das duas categorias de bens para o presente estudo é que no caso dos produtos exportáveis os preços tendem a se manter mais estáveis enquanto no caso dos produtos domésticos a demanda torna-se preço-inelástica, de modo que variações

da oferta tendem a produzir acentuadas flutuações de preços. Essa situação não só contribui para dificultar o processo de adoção de novas técnicas pelos agricultores como inclusive pode afetar desfavoravelmente o processo de geração de novas técnicas, como será oportunamente discutido.

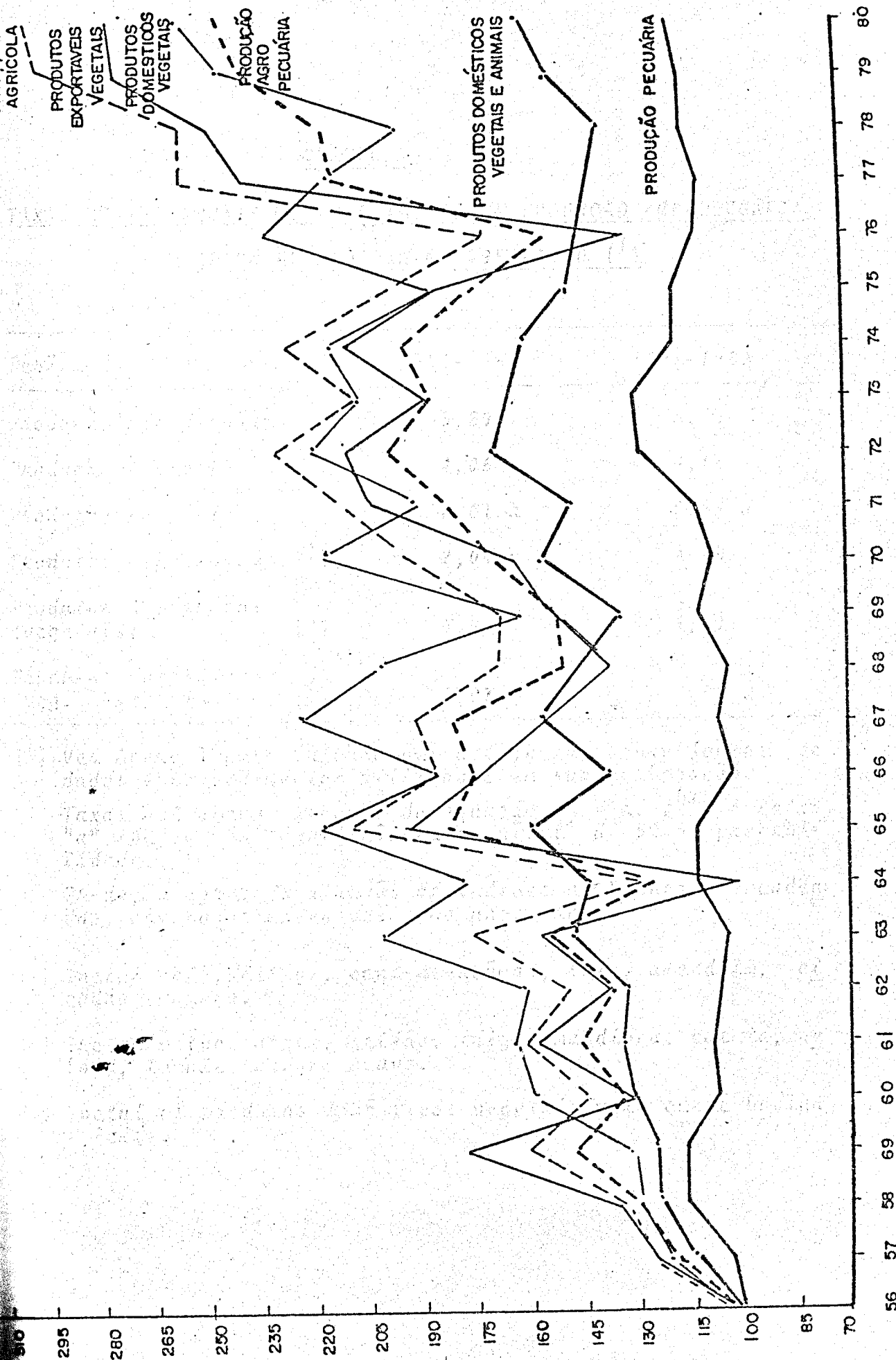
Foram considerados como produtos exportáveis café, citros, cana-de-açúcar, soja, amendoim, algodão e mamona. Como domésticos foram incluídos milho, arroz, feijão, trigo, mandioca, batata, cebola, tomate, banana, uva, carne bovina e leite. Nossa classificação está sujeita, como quase sempre sucede, a certas limitações. Primeiro, alguns produtos não apresentam uma situação firme em termos de comparecimento nas pautas de exportação e de importação. Segundo, alguns produtos estão sujeitos a um regime de preços administrados, que os aproxima mais da situação dos produtos exportáveis que dos domésticos.

Estes fatos levaram Melo (1978) a criar uma categoria adicional de produtos intermediários (incluindo amendoim e milho) e uma categoria de produtos administrados (incluindo cana e café). Segundo esse critério, e considerando os produtos incluídos no presente estudo, trigo e leite deveriam ficar entre os produtos administrados e carne bovina talvez entre os intermediários. Preferimos, entretanto, evi

tar uma classificação mais complexa, e por isso todos os três foram colocados no grupo dos domésticos, desde que na maior parte do horizonte coberto pela análise não estivessem muito expostos às forças do mercado internacional.

Visando ilustrar o comportamento dos agregados acima definidos, os correspondentes índices foram plotados na figura 3. Para uma análise mais detalhada calculamos as respectivas taxas médias anuais de crescimento fracionando o horizonte de tempo coberto pela análise em dois períodos: 1956-1968 e 1968-1980. Procuramos assim levar em conta alguns fatos aparentemente capazes de provocar mudanças no comportamento da produção, do uso de fatores, e consequentemente da produtividade.

Entre tais fatos atribuímos importância a uma revelação da análise da evolução da pesquisa agrícola desenvolvida em capítulo subsequente: a produção científica atingiu um máximo no quinquênio 1960-1964, sugerindo que o estoque de conhecimentos tecnológicos acumulados pode ter atingido por essa época um volume capaz de modificar o desempenho da agricultura a partir de meados dos anos sessenta. Um segundo fato, atuando em conjunto com o primeiro, parece ter sido a política de crédito rural implemen



39. FIGURA 3. - Índices de Produção Agropecuária, Estado de São Paulo, 1956-1980.

QUADRO 1TAXAS MÉDIAS ANUAIS DE CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA,
ESTADO DE SÃO PAULO, 1956-1980 (1)

Período	1956-1968	1968-1980
Produção agropecuária	3,29	3,40
Produção agrícola	4,06	4,15
Produção pecuária	- 0,01 a	0,54 a
Produtos exportáveis (2)	2,04 a	4,69
Produtos domésticos (vegetais) (3)	5,97	1,97
Produtos domésticos (veg. e animais) (4)	3,03	2,02 a

(1) Ver Anexo 1 para informações detalhadas sobre fontes de dados e procedimentos utilizados em sua elaboração.

Taxas calculadas através da equação $x_t = a \cdot e^{bt}$. A letra "a" indica não significância ao nível de 5% de probabilidade.

Produção agregada através de índices de Fisher encadeados, com ponderações variando ano a ano.

(2) Inclui café, citros, cana-de-açúcar, soja, amendoim, algodão e mamona.

(3) Inclui milho, arroz, feijão, trigo, mandioca, batata, cebola, tomate, banana e uva.

(4) Inclui os produtos domésticos vegetais mais carne bovina e leite.

tada a partir de 1965, conduzindo à expansão das aplicações, pois uma agricultura em transformação necessita de investimentos elevados, nem sempre compatíveis com a capacidade de poupança do próprio setor. Além disso, o caráter subsidiado do crédito, compensando os riscos associados ao processo de adoção de novas técnicas, deve ter também contribuído para a performance da agricultura ⁽¹⁾. Finalmente, é certo que a maior abertura da economia brasileira ao comércio internacional de produtos agrícolas estimulou a produção, induziu mudança de sua composição e favoreceu o processo de modernização da agricultura de exportação, principalmente a partir de 1968.

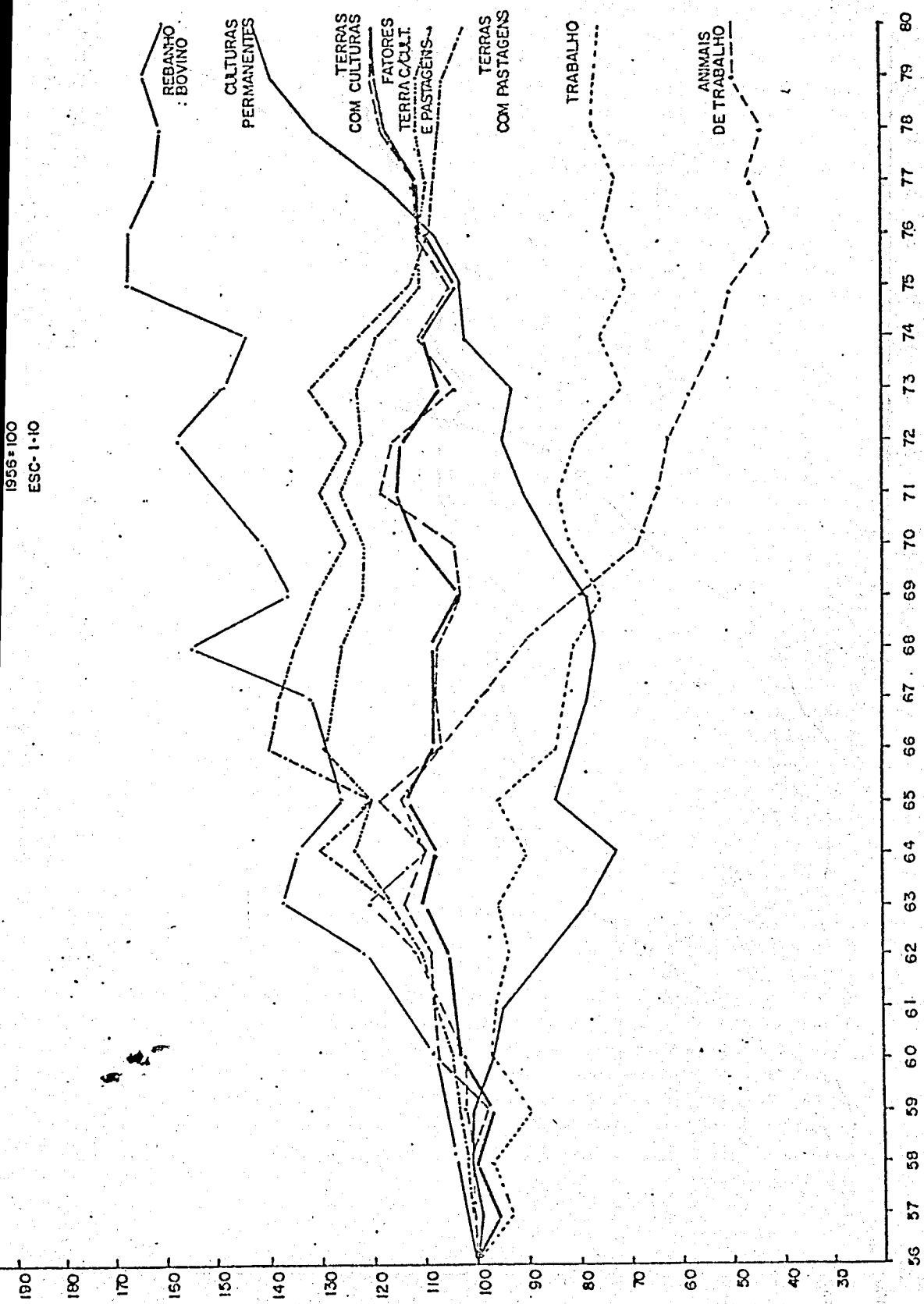
Com base nos dados do quadro 1 constatamos que a produção agropecuária cresceu a uma taxa média da ordem de 3,3% durante ambos os períodos. O desempenho da produção não foi contudo uniforme: a agricultura experimentou uma expansão da ordem de 4% em cada um dos períodos, enquanto a pecuária manteve-se praticamente estagnada ao longo de todo o horizonte analisado. Além disso, modificaram-se sensivelmente as tendências da produção de bens exportáveis e domésticos. A produção do primeiro grupo cresceu à taxa de 2,0% no período 1956-1968, enquanto a do segundo

⁽¹⁾ Ver Guimarães (1974) a respeito da política brasileira de crédito rural.

expandiu-se no mesmo período à taxa de 3,0%. A situação inverteu-se no período 1968-1980, passando a produção de exportáveis a crescer a 4,7% e a de domésticos a 2,0%. A mudança mais drástica de comportamento ocorreu com os produtos domésticos vegetais, cujo crescimento caiu de 6,0% no período 1956-1968 para apenas 2,0% no período 1968-1980.

Com respeito ao uso de fatores pela agropecuária, julgamos conveniente analisar a evolução do agregado global de fatores e outros agregados significativos, bem como alguns fatores isolados, dentre os 13 considerados no estudo. Assim, o fator terra comparece de três formas: terra com culturas anuais, permanentes e pastagens; terra com culturas anuais e permanentes; e terra com pastagens. Culturas permanentes englobam café, cítricos, cana-de-açúcar, banana e uva. Pastagens abrangem as naturais e cultivadas. Trabalho, animais de trabalho, tratores, fertilizantes e rebanho são tratados separadamente.

A figura 4 ilustra as tendências de uso dos fatores de produção, cujas taxas médias anuais de crescimento são apresentadas no quadro 2, para os períodos 1956-1968 e 1968-1980. Verificamos que o emprego global de fatores cresceu continuamente, à taxa de 1,1% no período 1956-1968 e de apenas 0,7% no intervalo 1968-1980. Essa evolução relativa



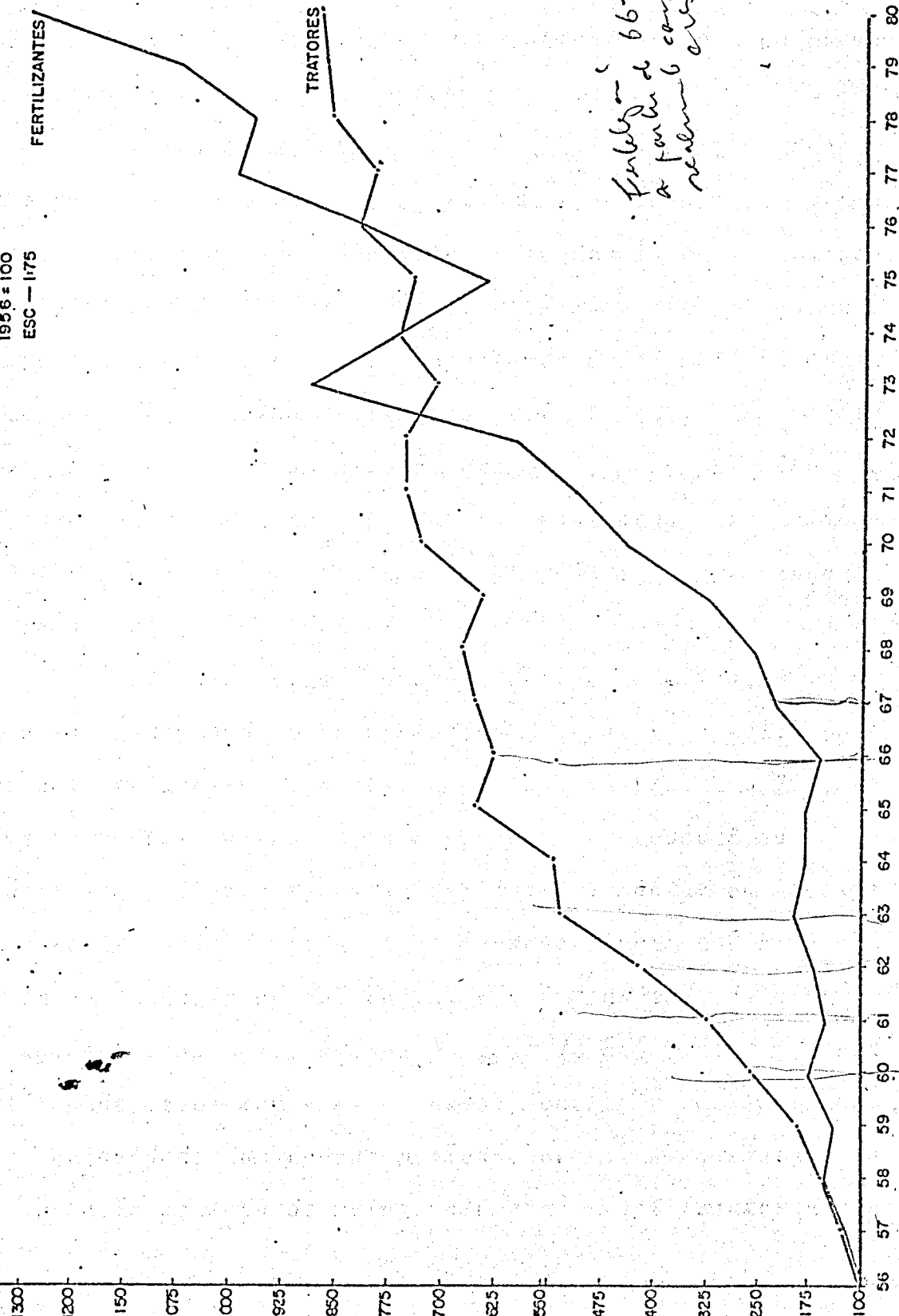
3. FIGURA 4(a). - Índices de Uso de Fatores de Produção na Agropecuária, Estado de São Paulo, 1956-1980

1956 = 100
ESC - 175

FERTILIZANTES

TRATORES

Embora de 66-67 a partir de 66-67 a produção não teve alteração



44. FIGURA 4(b). - Índices de Uso de Fatores de Produção na Agropecuária, Estado de São Paulo, 1956-1980

73 (

QUADRO 2TAXAS MÉDIAS ANUAIS DE CRESCIMENTO DO USO DE FATORES DE PRODUÇÃO NA AGROPECUÁRIA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1956-1980 (1)

Período	1956-1968	1968-1980
Fatores de produção (2)	1,06	0,73
Terra com culturas e pastagens	2,45	- 1,31
Terra com culturas	1,04	0,75
Terra com pastagens	3,08	- 2,35
Trabalho	- 1,30	- 0,00 a
Animais de trabalho	0,15 a	- 5,18
Tratores	18,62 //	2,23 →
Fertilizantes	5,66	12,42 → //
Culturas permanentes	- 2,61	5,29
Rebanho bovino	3,31	1,18

(1) Ver Anexo 1 para informações detalhadas sobre fontes de dados e procedimentos utilizados em sua elaboração.

Taxas calculadas através da equação $x_t = a \cdot e^{bt}$. A letra "a" indica não significância ao nível de 5% de probabilidade.

(2) Fatores de produção agregados através de índice Fisher encadeado com ponderações variando ano a ano.

retivos ⁽¹⁾.

O uso de trabalho decresceu à taxa de 1,3% ao longo do período 1956-1968, tendo-se estabilizado no período subsequente. O emprego de animais de trabalho permaneceu relativamente estável no período inicial mas caiu à taxa de 5,2% no período 1968-1980. Em contrapartida, a utilização de tratores cresceu aceleradamente ao tempo em que se reduziu o uso de trabalho e em ritmo bem mais lento no período mais recente, quando a utilização de trabalho estabilizou-se; os dados indicam que a taxa teria alcançado 18,6% ^{no 1º período do} para depois cair apenas 2,2% ^{no 2º período}.

Essa evolução deve ser vista com algum cuidado, enquanto indicando um arrefecimento do processo de mecanização da agricultura, pois no período mais recente sabe-se que vêm sendo crescentemente mecanizadas as operações de colheita, usando predominantemente equipamentos automotrizes. Em certo sentido, portanto, o processo de mecanização deve ter se acelerado no período 1968-1980. Aliás, embora ele te

(1) A respeito da utilização de terras com condições menos favoráveis à agricultura, Silva et alii (1982) mostram que em quase todas as regiões do Estado já em 1977 as terras aptas estavam sendo quase totalmente usadas e que terras consideradas de baixa aptidão, marginais ou mesmo inaptas, segundo critérios de capacidade de uso, já eram agricultadas em uma região.

nha atingido todas as culturas, nunca será demais realçarmos que foi favorecido pela mudança na composição da produção ocorrida no período analisado; o comportamento da área de culturas reconhecidamente intensivas em mão-de-obra (como café e algodão) associado ao de culturas mais mecanizadas (como soja e cana-de-açúcar) foram fatores provavelmente importantes para acelerar o ritmo da mecanização da agricultura.

As culturas permanentes contrairam-se à taxa de 2,6% no intervalo 1956-1968, revertendo-se essa tendência no período 1968-1980, quando expandiram-se à taxa de 5,3% ao ano. Quanto às pastagens, como já mencionamos, apresentaram incremento no primeiro e redução no segundo período. Finalmente, o crescimento do rebanho foi de 3,3% ao ano no intervalo inicial, caindo para 1,2% no último período considerado.

4.2. - Comportamento da Produtividade da Terra e do Trabalho

A evolução da produtividade da terra e do trabalho pode ser visualizada através da figura 5, onde estão plotados os índices de produção agropecuária e de uso de mão-de-obra. Neste gráfico a produtividade da terra com agricultura cresceu a taxa de 3,1% e decresceu a taxa de -3,17% quanto à pecuária.

terra e emprego de trabalho, dos quais resultam os respectivos índices de produtividade. Na mesma figura está ainda representado o índice agregado de uso de fatores e o índice de produtividade total, que serão discutidos mais adiante. Nota-se que a produtividade da terra apresentou-se oscilante, sem tendência definida até 1968, a partir de quando passou a crescer aceleradamente. O comportamento da produtividade do trabalho é muito mais uniforme, crescendo ao longo de todo o horizonte de tempo coberto pelo estudo. Os dados do quadro 3 mostram que o crescimento da produtividade da terra foi praticamente nulo no período (1956-1968) mas alcançou 4,8% ao ano no período 1968-1980, enquanto a produtividade do trabalho cresceu à taxas pouco superiores a 4,0% em ambos os períodos.

Ficamos surpresos, ante a evidências anteriores, com a estagnação da produtividade da terra no período 1956-1968 e para investigar a questão calculamos separadamente a produtividade da terra ocupada com culturas e da terra coberta com pastagens. Verificamos então que enquanto a produtividade cresceu à taxa de 3,0% na agricultura, decresceu à taxa de 3,1% na pecuária, explicando-se assim a discrepância entre nossos resultados e os obtidos por outros autores, entre os quais Pastore, Alves & Rizzieri (1976), que

1968/50
3,4 pec
3,0 ag
Σ 4,8%?

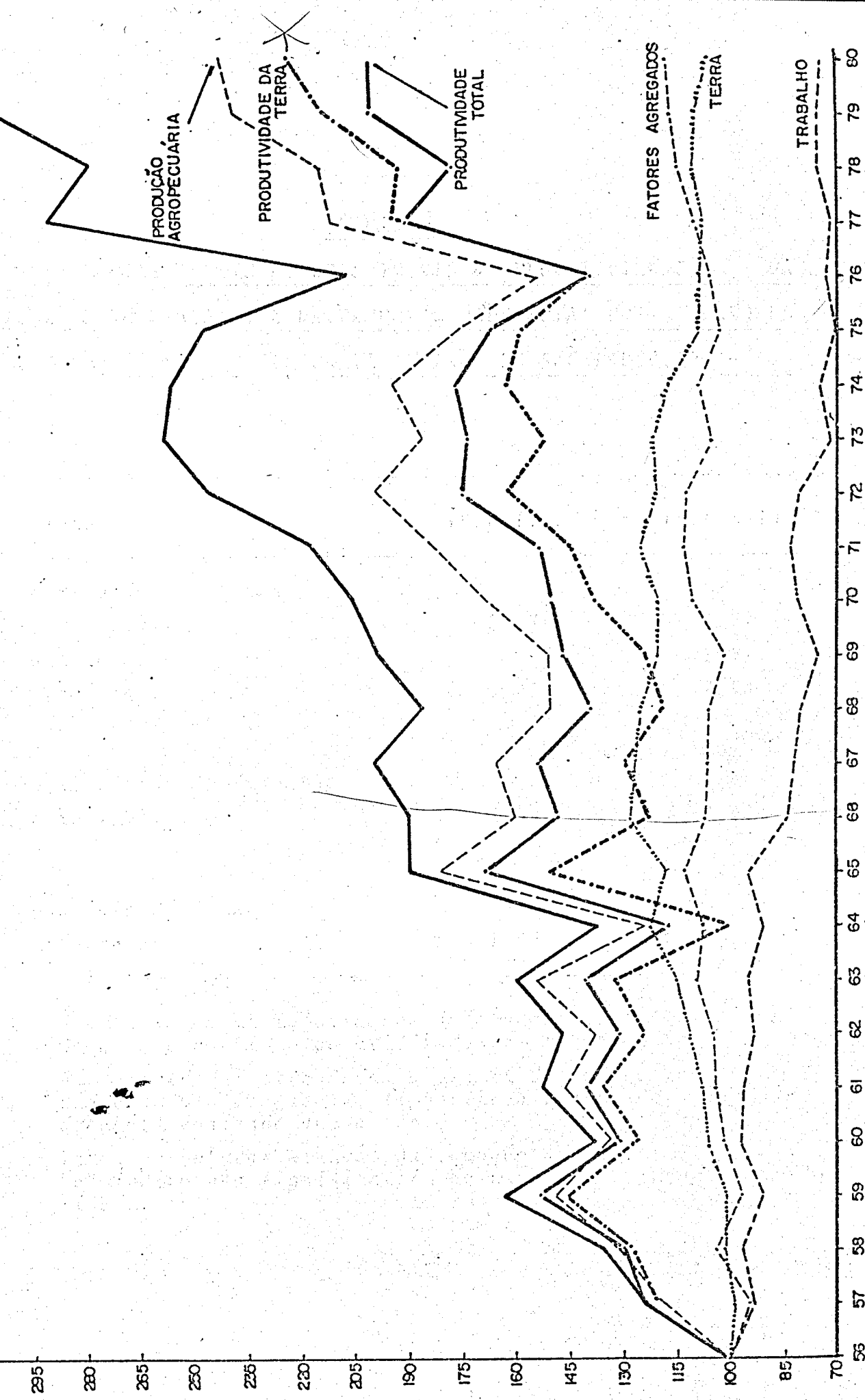


FIGURA 5. - Índices de Produtividade da Terra e do Trabalho e de Produtividade Total dos Fatores de Produção, Estado de São Paulo, 1956-1980.

QUADRO 3

TAXAS MÉDIAS ANUAIS DE CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE DA
TERRA E DO TRABALHO E DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES
DE PRODUÇÃO NA AGROPECUÁRIA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1956-1980

(1)

Período	1956-1968	1968-1980
<i>Produtividade da terra</i>		
Agropecuária	0,57 ^a	4,77
Agricultura	2,99	3,37
Pecuária	- 3,08	2,96
<i>Produtividade do trabalho</i>		
Agropecuária	4,39	4,04
<i>Produtividade total</i>		
Agropecuária	1,94	2,66

(1) Ver Anexo 1 para informações detalhadas sobre fontes de dados e procedimentos utilizados em sua elaboração.

Produtividades calculadas a partir de índices de produção e de uso de fatores tipo Fisher encadeado, com ponderações variando ano a ano.

Taxas calculadas através da equação $x_t = a \cdot e^{bt}$. A letra "a" indica não significância ao nível de 5% de probabilidade.

não considerando a pecuária encontraram taxa de 4,8% para o crescimento da produtividade da terra em São Paulo, no período 1955-1965. Entre 1968 e 1980 acentua-se o movimento ascendente da produtividade da terra na agricultura e inverte-se a tendência de declínio na pecuária; as respectivas taxas de crescimento atingem então 3,4% e 3,0% ao ano.

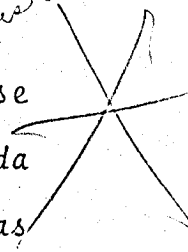
7
204,8
m
m

Ao completar estes comentários chamamos a atenção para o fato de que as taxas de crescimento da produtividade agregada da terra e da produtividade agregada do trabalho refletem, simultaneamente, mudanças no perfil tecnológico de cada atividade bem como alterações na composição da produção agropecuária. Conforme já mostramos tais alterações foram acentuadas durante o horizonte coberto neste estudo, devendo ter tido portanto um efeito ponderável sobre a evolução daquelas produtividades (1).

É interessante comparar a performance da agri

(1) Barros, Pastore & Rizzieri (1976) estudaram o problema fazendo uma partição dos índices de produtividade da terra entre o que denominaram de componentes tecnológicos e alocativo. O primeiro reflete basicamente os aumentos de produtividade das culturas devidos ao progresso tecnológico enquanto o componente alocativo reflete o aumento da participação das culturas com maior produtividade. Mostraram que nos quinquênios 1956-1960 e 1961-1965 o componente tecnológico foi dominante enquanto no quinquênio 1966-1970 os dois efeitos foram equilibrados, no Estado de São Paulo.

si compare
de
taxa de
crescimento
Noi i
comparação
produtividade
de São Paulo
com os países
desenvolvidos
53.



cultura paulista com a de outras regiões e países. Com esse objetivo transcrevemos no quadro 4 taxas de crescimento da produtividade da terra e do trabalho no Brasil, calculadas por Pastore, Alves & Rizzieri (1976), e em grupos de países desenvolvidos, intermediários e menos desenvolvidos, calculadas por Hayami & Ruttan (1971). O confronto dos números mostra que a produtividade do trabalho em São Paulo acompanhou de perto a tendência observada nos países desenvolvidos e intermediários, durante o período 1956-1968. Quanto à produtividade da terra, na agropecuária como um todo, praticamente não ocorreu crescimento nesse período em São Paulo, mas no intervalo 1968-1980 o crescimento foi muito dinâmico, com velocidade duas vezes superior à calculada para os três grupos de países no período 1955-1965. Lamentavelmente, os dados referentes a estes países não permitem comparações quanto à produtividade da terra utilizada exclusivamente com culturas, que evoluiu de modo muito favorável em São Paulo durante os 25 anos cobertos por este estudo. Com respeito à produtividade da terra no Brasil, nossos dados confirmam o fato sobejamente conhecido de que em São Paulo, no setor de culturas, ela cresceu muito mais rapidamente do que em outras regiões e no conjunto do país.

4.3. - Evolução da Produtividade Total dos Fatores

QUADRO 4

TAXAS MÉDIAS ANUAIS DE CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE DA
TERRA E DO TRABALHO NA AGROPECUÁRIA EM ALGUMAS REGIÕES E
PAÍSES, 1955-1965

	Produtividade do trabalho	Produtividade da terra
Países desenvolvidos	4,7	2,1
Países intermediários	4,4	2,0
Países menos desenvolvidos	1,4	2,1
Brasil ⁽¹⁾	4,0	2,0
Centro-Sul ⁽¹⁾	4,1	2,1
Nordeste ⁽¹⁾	3,8	0,6

⁽¹⁾ Apenas setor de culturas.

Fonte: Pastore, Alves & Rizzieri (1976) p. 261.
 Hayami & Ruttan (1971) p. 74.

A figura 5 ilustra o comportamento da produtividade total dos fatores de produção na agropecuária, resultante da evolução da produção e do uso de fatores. Como a produção experimentou acelerado crescimento e o uso de fatores aumentou muito lentamente, podemos concluir que entre 1956 e 1980 a função de produção agregada deslocou-se significativamente em direção à origem, provocando os ganhos de produtividade retratados na figura. Conforme dados do quadro 3, a taxa média anual de crescimento da produtividade total foi de 1,9% no período 1956-1968 e de 2,7% no período 1968-1980. Essa performance é superior à apresentada pelos países da Comunidade Econômica Européia durante o período 1967-1976, calculada por Behrens & Haen (1980); compara-se favoravelmente à da Índia no período 1953/56 - 1963/65 mas é inferior à performance dos estados mais dinâmicos desse país durante o intervalo 1963/65 - 1969/71, de acordo com os cálculos de Evenson & Iha (1973), conforme dados reunidos no quadro 5. Não encontramos trabalhos mensurando ganhos de produtividade total em São Paulo, bem como em outros estados, o que impossibilitou comparações semelhantes no âmbito da agricultura brasileira.

QUADRO 5

TAXAS MÉDIAS ANUAIS DE CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE TOTAL
DOS FATORES DE PRODUÇÃO NA AGROPECUÁRIA EM ALGUMAS REGIÕES
E PAÍSES, EM DIVERSOS PERÍODOS

Comunidade Econômica Europeia	1963-1970	1970-1976	1963-1976
República Federal da Alemanha	1,56	2,57	2,02
França	1,73	1,47	1,61
Itália	1,45	0,85	1,17
Holanda	2,49	2,41	2,45
Bélgica/Luxemburgo)	1,36	2,55	1,85
Reino Unido	1,47	1,34	1,41
Irlanda	1,54	2,60	1,98
Dinamarca	1,05	2,07	1,47
Índia	1953/56	1958/61	1963/65
(estados selecionados)	1958/61	1963/65	1969/71
Assam	- 2,27	- 0,18	3,98
Gujarat	0,74	2,81	4,78
Haryana	2,41	- 0,70	16,10
Mysore	1,03	0,69	0,27
Orissa	- 1,34	1,93	1,30
Punjab	2,41	0,52	13,40
Rajasthan	0,09	- 0,99	12,70
Tamil Nādu	1,49	- 1,43	0,61
Uttar Pradesh	0,43	0,66	1,93

Fonte: Behrens & Haen (1980) p. 133.

Evenson & Jha (1973) p. 216-217.

5 - PESQUISA, EXTENSÃO E AUMENTO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES

Este capítulo tem por objetivo comprovar a hipótese, já bem estabelecida, de que a pesquisa agrônômica e a extensão rural são importantes determinantes dos aumentos de produtividade na agricultura e, principalmente, proceder a uma avaliação global dos investimentos públicos nessas atividades, no Estado de São Paulo. Inicialmente faremos uma breve revisão dos estudos anteriores mais significativos sobre o tema, para a seguir apresentar um modelo teórico e sua formulação empírica, passando então à discussão das estimativas obtidas e correspondentes implicações econômicas.

5.1. - Estudos Anteriores

Os trabalhos realizados no Brasil buscando avaliar os investimentos em pesquisa agrônômica são ainda muito escassos face à relevância do tema. No caso específico de São Paulo, cuja Secretaria da Agricultura é a principal instituição responsável pelo trabalho de pesquisa desenvolvido no estado, foram realizados três estudos desta natureza. O trabalho pioneiro foi o de Ayer & Schuh (1972) que procuraram avaliar o esforço de pesquisa na cultura do alga

ção, através do método da taxa interna de retorno, tendo estimado que o retorno social foi da ordem de 90%. Utilizando basicamente a mesma metodologia, Fonseca (1976) avaliou o retorno social dos investimentos em pesquisa na cultura do café, concluindo que situou-se entre 23% e 25%. Recentemente um estudo semelhante foi conduzido por Moricochi (1980), concluindo que o retorno social da pesquisa em laranja atingiu de 18% a 27%. Fora de São Paulo foi realizada por Penna e Monteiro (1976) uma avaliação do programa de pesquisa de cacau, baseado em ganhos potenciais, que indicou taxa de retorno social de 60 a 79%. Devemos mencionar ainda um estudo recentemente divulgado e que tenta avaliar, em bases prospectivas, o retorno da pesquisa realizada especificamente pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Segundo os autores, Cruz et alii (1982), os retornos esperados superam o custo de oportunidade dos recursos investidos a partir da criação da empresa em 1974.

Avaliações econômicas do impacto das atividades de assistência técnica e extensão rural são ainda mais escassas. Aparentemente, nenhum estudo específico a respeito foi realizado em São Paulo, onde essas atividades também são desenvolvidas pela Secretaria da Agricultura. Todavia, devemos registrar que Engler (1979) encontrou evidência de

efeito da assistência técnica sobre a produção agrícola, a partir de uma função de produção agregada ajustada com da dos de corte temporal. Fora de São Paulo alguns poucos es tudos foram desenvolvidos. Alves & Schuh (s.d.) procuraram avaliar os efeitos do programa de extensão rural da Asso ciação de Crédito e Assistência Rural de Minas Gerais (ACAR-MG) sobre a eficiência técnica e econômica dos agri cultores. Seu estudo, que baseou-se na análise de funções de produção estimadas para propriedades atendidas e não atendidas pelo serviço de extensão, chegou a resultados in conclusivos. Em contrapartida, estribando-se na compa ração das taxas de lucro de propriedades que mantiveram con tato com o serviço de extensão durante diferentes perío dos de tempo, Dias (1975) sugere que o serviço de extensão rural prestado pela Associação Brasileira de Crédito e As sistência Rural (ABCAR) em diversos estados (exceto São Paulo) parece ter contribuído, através dos programas de crédito orientado e de assistência técnica, para a redu ção das imperfeições nos mercados de capital e de informa ção técnica, com efeito positivo sobre a rentabilidade dos produtores de baixo nível tecnológico, por curto perío do de tempo. Praticamente nenhum efeito positivo foi detecta do no caso dos produtores de nível tecnológico mais eleva do.

Todos os estudos referentes à pesquisa, aqui relatados, têm um ponto em comum: abordam o problema ao nível de produto. Os trabalhos versando sobre extensão rural são, ao contrário, de caráter global. A abordagem a nível de produto pode ser interessante para a orientação de políticas específicas mas apresenta o inconveniente de não fornecer uma visão de conjunto, abrangendo todos os casos de sucesso como de insucesso da pesquisa agropecuária e da extensão rural. Um outro aspecto a destacar com respeito a esses estudos é que não consideram, ao menos explicitamente, as interrelações entre as atividades de pesquisa e de assistência técnica.

5.2. - Modelo Teórico

Para analisar as relações entre a produtividade e o trabalho de pesquisa e extensão partiremos da concepção de que a produtividade pode ser postulada como uma função da tecnologia, do solo, do clima e das condições do tempo. Naturalmente que solo e clima poderiam ser incluídos no conjunto de elementos que definem a tecnologia, mas essa seria uma formulação mais difícil de operacionalizar. Assim, preferimos estabelecer que as condições de solo e de clima determinam a produtividade potencial de uma dada tecnologia, definida como sendo a forma na qual o conhecimento é revela

do na produção. Do mesmo modo poderíamos dizer que, dadas as condições de clima e de solo, a tecnologia determina a produtividade potencial. Finalmente, não se pode esquecer que as condições do tempo provocam variações anuais da produtividade.

Essa concepção, baseada em Evenson & Kislev (1973) pode ser expressa por:

$$P_t = P(S_t, W_t, T_t)$$

onde P indica produtividade, S condições de solo e clima, W condições de tempo e T tecnologia disponível, todas as variáveis qualificadas pelo tempo t .

A tecnologia disponível pode ser definida como uma função, envolvendo uma estrutura de defasagens, do estoque de conhecimentos gerados localmente e do estoque de conhecimentos transferidos de outras regiões ou países, e do esforço de difusão. Formalizando:

$$T_t = T(L) LCD_t, CE_t, D_t$$

onde L simboliza uma estrutura de defasagens associada ao processo de transformação de conhecimentos em técnicas propriamente ditas, D representa o esforço de difusão de co

hecimentos, envolvendo educação, extensão e outras atividades, e CD e CE indicam os estoques de conhecimentos de origem local e externa.

Esses estoques podem ser expressos por:

$$D_t = (1 - \alpha) \int_0^t cd(s) ds$$

$$E_t = (1 - \beta) \int_0^t ce(s) ds$$

onde cd e ce correspondem aos fluxos de geração e empréstimo de conhecimentos, este último dependendo da existência de um estoque externo, bem como de uma capacidade interna para trabalhos de adaptação, sem a qual a transferência torna-se difícil ou mesmo impossível. Depreciação e obsolescência dos conhecimentos são considerados através dos coeficientes α e β .

Os fluxos de conhecimentos gerados e importados dependem, por sua vez, dos trabalhos de pesquisa realizados no passado, e isto implica que:

$$d_t = cd(M)(Pd_t)$$

$$e_t = ce(N)(Pe_t, Pd_t)$$

onde Pd e Pe representam recursos especializados, envolvendo cientistas e pessoal auxiliar, campos experimentais, laboratórios e toda sorte de utilidades necessárias ao trabalho de investigação científica, enquanto M e N representam estruturas de defasagem decorrentes do fato de que a produção de conhecimentos é uma atividade altamente exigente em tempo de produção.

Alguns passos adicionais foram necessários para transformar esse modelo teórico em uma formulação empiricamente trabalhável. Nesse sentido, começamos por supor uniformes no espaço as condições de clima e de solo, pois do contrário teríamos que considerar a possibilidade de alterações na distribuição espacial das atividades afetarem a produtividade. Desconsideramos também a perda de fertilidade do solo e mudanças climáticas, ao longo do tempo, que teriam o mesmo efeito.

Estas simplificações foram feitas tendo em vista a grande dificuldade, senão impossibilidade, de mensurar estes fatores para incluí-los no modelo. Todavia, elas não geram maior preocupação, pois seu provável efeito foi viesar para baixo a contribuição da pesquisa e da extensão. Como a perda de fertilidade do solo é sem dúvida um fator muito importante, atuando no sentido de reduzir a produtividade

(¹), quando se mensura o resultado da pesquisa através de ganhos de produtividade a medida tende a ser subestimada, visto que os efeitos da pesquisa destinada a contrabalançar a tendência natural à deterioração das terras (com o objetivo de manter sua produtividade original) deixam de ser considerados. Quanto ao efeito de mudanças climáticas, pode ser desprezado devido ao fato de, reconhecidamente, serem fenômenos que ocorrem apenas a prazos extremamente longos. Finalmente, com respeito à questão das mudanças na distribuição espacial das atividades, há evidência de que vêm afetando negativamente a produtividade, de modo que seria mais um fator atuando no sentido de subestimar os efeitos da pesquisa e da extensão rural (²).

Prosseguindo, tivemos que restringir o esforço de difusão de tecnologia à extensão rural (assistência técnica) pela inexistência de informações sobre educação formal dos trabalhadores e, especialmente, dos tomadores de decisão (fazendeiros e administradores). Quanto ao esforço de

(¹) Apesar da relevância do fenômeno, desconhecemos tentativas de mensurá-lo, exceto a nível experimental.

(²) Utilizando um modelo "shift-share" Igreja et alii (1982) decompuseram a taxa de crescimento da produção agrícola agregada de São Paulo em suas fontes - efeitos área, rendimento, composição da produção e efeito localização geográfica - concluindo que o último foi negativo no período estudado, 1966/68 - 1975/77.

assistência técnica consideramos apenas o desenvolvido pelas agências governamentais, medido pelos recursos dispendidos, ignorando-se o trabalho das empresas privadas, também pela ausência de informações.

Optamos igualmente por considerar o complexo conjunto de recursos usados na produção científica através do dispêndio das instituições de pesquisa. Devido a dificuldades na obtenção de dados, fomos impedidos de considerar o esforço de pesquisa realizado em outras regiões do país e no exterior, bem como a pesquisa realizada pelo setor privado. Há entretanto indicações de que a pesquisa na área privada, tenha sido pouco expressiva no país e mesmo em São Paulo durante o período em estudo.⁽¹⁾ Assim, a inclusão dos investimentos realizados apenas pelas instituições públicas de pesquisa não parece ser uma limitação mais séria ao nosso trabalho. O mesmo se pode dizer a respeito da exclusão das instituições públicas federais realizando pesquisa em São Paulo, desde que sua atuação foi muito reduzida durante praticamente todo o período coberto

(1) No período muito recente empresas privadas vêm expandindo atividades de pesquisa agrícola, podendo-se mencionar programas de melhoramento de milho e de cana-de-açúcar, testes de fertilizantes e defensivos, etc.

neste trabalho ⁽¹⁾. Por outro lado, o esforço de pesquisa realizado no resto do país é muito mais recente e substancialmente inferior ao desenvolvido em São Paulo, durante o período em análise, o que reduz o inconveniente de sua omissão ⁽²⁾. Talvez a maior limitação de nossa formulação seja a não inclusão da importação de conhecimentos do exterior, que certamente contribuiu para os ganhos de produtividade experimentados pela agricultura paulista ⁽³⁾. De qualquer modo, sem a pesquisa doméstica provavelmente a maior parte desses ganhos não teria se realizado.

Pudemos chegar assim à seguinte formulação operacional:

⁽¹⁾ A partir dos estudos de Silva, Fonseca & Martin (1979, 1980) pudemos verificar que foi de apenas 3% a participação das instituições públicas federais no número de publicações científicas referentes a São Paulo durante o período 1927-1977.

⁽²⁾ Silva, Fonseca & Martin (1979) mostraram que o esforço de pesquisa fora de São Paulo foi responsável por 38% do número total de publicações científicas no período 1927-1977. Mais importante, evidenciaram que das pesquisas conduzidas no resto do país, 60% foram realizadas recentemente, no período 1970-1977. Cana-de-açúcar foi aparentemente o único produto amplamente beneficiado por pesquisas feitas fora de São Paulo (Rio de Janeiro).

⁽³⁾ Melo (1980) refere importações de conhecimentos nos casos da cana-de-açúcar, algodão, soja, milho e batata, e sustenta que essa transferência foi importante para abreviar o tempo necessário à obtenção de resultados na pesquisa realizada em São Paulo.

$$PT_t = f(L) (P_t, E_t, G_t, D_t)$$

onde PT é o índice de produtividade total e P e E representam os investimentos públicos em pesquisa e extensão rural suportados pelo governo estadual. As variáveis G e D foram incluídas para captar os efeitos das condições do tempo: geadas severas, como uma variável dummy, e deficiência hídrica, medida através do método do balanço hídrico desenvolvido por Thorntwaite e Mather (1955), como uma variável contínua.

Pesquisa e extensão atuam através de estruturas de defasagens que refletem o tempo gasto no processo de geração de novas técnicas e no processo de sua difusão entre os produtores. No caso da pesquisa e estrutura de defasagem reflete também depreciação e obsolescência técnica:

$$PT_t = \sum_{\tau=0}^k \alpha_{\tau} P_{t-\tau} + \sum_{\tau=0}^l \beta_{\tau} E_{t-\tau} + \gamma G + \delta D$$

onde k , l são horizontes de tempo e α_{τ} , β_{τ} são os coeficientes das estruturas de defasagem.

Para a análise dos efeitos da pesquisa e da extensão impunha-se a seleção de estruturas capazes de se ajustar ao modo de ação dessas atividades. Como mostra Kmenta (1978), o modelo de defasagens distribuídas de Almon,

em que os coeficientes da variável defasada devem se ajustar a um polinômio, é mais flexível que o de Nerlove, em que os pesos são geometricamente declinantes. A pesquisa certamente incapaz de influenciar a produção no momento em que é efetuada, sendo provável que seu efeito cresça progressivamente durante determinado período, à medida que em curso o processo de adoção, e decline depois, eventualmente anulando-se com o passar do tempo, em decorrência da depreciação das técnicas criadas. É razoável esperar, ao contrário, que o efeito da extensão faça-se sentir de imediato, pelo impacto das novas técnicas transferidas aos produtores, eventualmente cresça acompanhando o processo de aprendizagem dos novos métodos de produção, reduzindo-se em seguida até cessar por completo, com a conclusão do processo de transferência de conhecimentos. Naturalmente, programas de extensão com maior conteúdo educativo devem ter efeitos durante um período relativamente mais longo (¹).

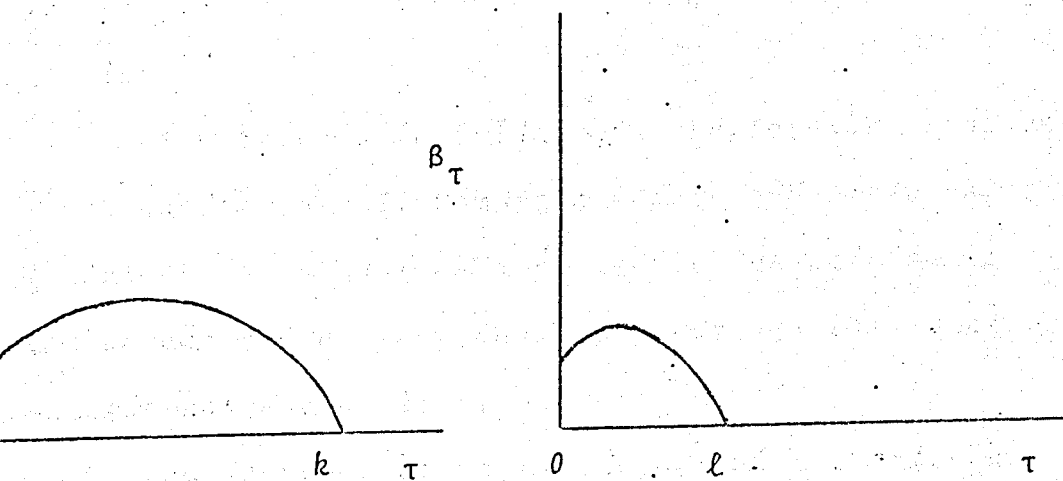
Por se adaptar a esse comportamento o modelo de defasagens distribuídas polinomiais foi utilizado, trabalhando-se com um polinômio de segundo grau. Em consequência:

¹ As evidências fornecidas por Dias (1975) sugerem um período de apenas 2 a 4 anos no caso dos agricultores assistidos pelo Sistema Brasileiro de Extensão Rural.

$$\alpha_0 + \alpha_1 \tau + \alpha_2 \tau^2$$

$$\beta_0 + \beta_1 \tau + \beta_2 \tau^2$$

Côm as restrições adicionais ilustradas abaixo:



$$0 \text{ se } \tau = 0$$

$$0 \text{ se } \tau = k$$

$$\beta_\tau = 0 \text{ se } \tau = l$$

Testamos também, alternativamente, dois modelos
 diferentes aos usados por Evenson & Jha (1973). Esses model
 negligenciam as estruturas de defasagem e incorporam as
 variáveis pesquisa e extensão em termos de investimento acul
 do em pesquisa bem como em extensão. Num deles a variál
 extensão comparece em interação com a variável pesquisa.
 Alternativamente:

$$PT_t = f (Pa_t, Ea_t, G_t, D_t)$$

$$PT_t = f (Pa_t, Pa_t, X Ea_t, G_t, D_t)$$

onde Pa e Ea indicam investimentos acumulados em pesquisa e em extensão, os demais símbolos mantendo o mesmo significado anterior.

As variáveis incluídas nos modelos são apresentadas nos quadros 6 e 7. Completa e detalhada informação sobre fontes de dados básicos e procedimentos utilizados em sua elaboração com a finalidade de gerar aquelas variáveis é fornecida nos Anexos 1, 2, 3 e 4.

Com respeito às variáveis pesquisa e extensão, devemos deixar bem claro que referem-se ao dispêndio dos Institutos de Pesquisa (Agrônomo, Biológico, Zootecnia) e da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo e instituições que lhes deram origem. No caso da extensão é importante assinalar ainda que o dispêndio é líquido do gasto com o programa de produção de sementes.

5.3. - Resultados Empíricos

A estimação das regressões foi feita por etapas, devido ao fato dos modelos envolverem duas variáveis defa

QUADRO 6

ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FÁTORES DE PRODUÇÃO NA
AGROPECUÁRIA, DEFICIÊNCIAS HÍDRICAS e GEADAS SEVERAS, ESTADO
DE SÃO PAULO, 1956-1980 (1)

Ano	Produtividade total (2)	Deficiência hídrica (3)	Geada severa (4)
1956	100,0	78,5	G
1957	124,2	22,6	-
1958	130,3	12,1	-
1959	153,1	19,0	-
1960	130,2	83,2	-
1961	140,9	71,2	-
1962	131,5	138,0	-
1963	140,9	33,3	-
1964	115,3	208,3	G
1965	160,9	34,2	-
1966	148,4	29,4	-
1967	153,9	34,9	-
1968	139,6	24,5	-
1969	147,3	97,8	-
1970	151,9	54,3	G
1971	159,5	32,1	-
1972	175,0	23,4	-
1973	174,8	4,7	-
1974	176,9	33,7	-
1975	168,6	71,8	-
1976	141,4	53,4	G
1977	192,3	11,3	-
1978	185,6	37,9	-
1979	202,0	4,3	-
1980	204,6	12,4	G

(1) Ver Anexos 1, 2 e 4 para informações detalhadas sobre fonte de dados e procedimentos utilizados em sua elaboração.

(2) Índice obtido pelo quociente dos índices de produção agropecuária e de uso de fatores de produção (Índices Fisher encadeados, com ponderações variando ano a ano).

(3) Deficiência hídrica acumulada no período setembro-fevereiro, medida em milímetros, calculada segundo o método de Thorntwaite e Mather (1955).

(4) Geada intensa, atingindo ampla área, reduzindo gravemente o rendimento do café e eventualmente de outras culturas. Estão indicados os anos prejudicados, subsequentes à ocorrência das geadas.

QUADRO 7

INVESTIMENTOS PÚBLICOS EM PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO
RURAL, ESTADO DE SÃO PAULO, 1936-1980 ⁽¹⁾

(Cr\$ 1.000.000 de 1977)

Ano	Pesquisa agropecuária	Extensão rural	Ano	Pesquisa agropecuária	Extensão rural
1936	81,7	55,0	1959	83,1	150,2
1937	83,9	55,0	1960	97,6	155,4
1938	82,7	51,7	1961	105,0	173,2
1939	74,8	50,9	1962	115,5	219,4
1940	77,7	74,1	1963	98,1	262,1
1941	74,6	69,3	1964	94,8	236,9
1942	73,7	60,6	1965	109,5	334,9
1943	69,9	54,2	1966	128,2	404,4
1944	70,9	47,7	1967	159,9	297,2
1945	69,1	104,0	1968	130,1	277,9
1946	75,8	111,9	1969	168,1	382,2
1947	82,3	121,4	1970	183,5	356,8
1948	97,8	116,3	1971	262,6	387,3
1949	93,6	117,8	1972	279,7	402,6
1950	90,0	105,6	1973	300,2	569,6
1951	95,6	129,6	1974	272,1	653,3
1952	96,8	147,6	1975	257,1	747,6
1953	91,4	129,2	1976	266,7	602,7
1954	89,2	131,5	1977	246,1	562,7
1955	90,0	124,5	1978	347,3	477,1
1956	83,1	132,0	1979	311,3	617,5
1957	76,4	131,3	1980	265,9	516,9
1958	90,1	182,8			

⁽¹⁾ Ver Anexo 3 para informações detalhadas sobre fontes de dados e procedimentos utilizados em sua elaboração.

sadas, atuando através de uma estrutura polinomial ou de acumulação e possibilitando grande número de combinações de defasagens. Seguindo esse método, foram inicialmente estimadas equações incluindo apenas o investimento em pesquisa, procurando-se assim detectar um horizonte apropriado para esta variável. A extensão foi então introduzida com diferentes horizontes para cada uma das defasagens selecionadas para a pesquisa, tentando-se identificar os horizontes para ela mais adequados, em busca das melhores combinações para ambas as variáveis. Omitimos a apresentação desses passos intermediários e selecionamos para discussão os resultados mais significativos.

O quadro 8 apresenta equações incluindo investimentos defasados em pesquisa com horizontes de 10, 15 e 20 anos, extensão rural corrente e condições do tempo como variáveis explicativas do índice de produtividade total dos fatores de produção. Todos os coeficientes têm o sinal esperado. O teste "t" indica que os coeficientes da pesquisa seriam significantes ao nível de 1% de probabilidade, os parâmetros da extensão rural significantes ao nível de 20% de probabilidade nas equações com horizontes de 15 e 20 anos e não significante na equação com horizonte de 10 anos, enquanto a significância dos coeficientes das variáveis meteo

QUADRO 8

EQUAÇÕES COM PESQUISA AGROPECUÁRIA DEFASADA, EXTENSÃO RURAL
CORRENTE E CONDIÇÕES DO TEMPO COMO VARIÁVEIS EXPLICATIVAS
DO ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE TOTAL NA AGROPECUÁRIA, ESTADO
DE SÃO PAULO (1)

	10 anos	15 anos	20 anos
Pesquisa (soma dos coeficientes)	0,2129 (2,8669) a	0,2821 (3,4162) a	0,3953 (3,7894) a
Assistência técnica	0,0301 (1,1164)	0,0338 (1,4905) d	0,0318 (1,4884) d
Geada	-11,9784 (- 2,0171) c	-12,3681 (- 2,2049) b	-13,0452 (- 2,4132) b
Deficiência hídrica	- 0,1470 (- 2,3500) b	- 0,1433 (- 2,4310) b	- 0,1419 (- 2,5129) b
Constante	122,261 (15,1930) a	115,580 (13,8271) a	106,881 (11,5102) a
R ²	0,8030	0,8244	0,8382
DW	1,0209	1,0928	1,1546

(1) Equações estimadas através do Método dos Mínimos Quadrados Ordinários com observações de 1956 a 1980; valores de "t" entre parênteses, a letra "a" indica significância ao nível de 1%, "b" 5%, "c" 10% e "d" 20% de probabilidade.

cológicas variaria de 5 a 10%. O coeficiente de determinação estaria entre 80,3% e 83,8%. Não obstante, estes resultados devem ser vistos com cautela pois a presença de autocorrelação serial dos resíduos não pode ser rejeitada. A estatística "d" em uma equação indica autocorrelação positiva e nas demais cai no intervalo inconclusivo do teste de Durbin-Watson. Nestas circunstâncias, segundo Johnston (1972), o método dos mínimos quadrados ordinários e o teste "t" convencional deixam de ser válidos.

Optamos, então, por reestimar as equações, seguindo o método iterativo de Cochrane-Orcutt, um dos processos alternativos sugeridos por Johnston (1972). Observando os resultados no quadro 9, constatamos ligeiro aumento da magnitude dos parâmetros da pesquisa, que permanecem altamente significantes, e perda de significância dos coeficientes da extensão (que alãas já era baixa), nada havendo de importante a assinalar com respeito às variáveis relacionadas às condições do tempo. O poder explicativo das regressões melhorou, variando agora de 84,0% a 86,0%. Estes resultados devem ainda ser vistos com algum cuidado, pois o exame dos coeficientes de correlação simples indica a possível existência de colinearidade entre as variáveis pesquisa e extensão e, como se sabe, um elevado grau de multicolinearidade pode reduzir a precisão das estimativas.

QUADRO 9

EQUAÇÕES COM PESQUISA AGROPECUÁRIA DEFASADA, EXTENSÃO RURAL
CORRENTE E CONDIÇÕES DO TEMPO COMO VARIÁVEIS EXPLICATIVAS
DO ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE TOTAL NA AGROPECUÁRIA, ESTADO DE
SÃO PAULO ⁽¹⁾

	10 anos	15 anos	20 anos
Pesquisa agropecuária (soma dos coeficientes)	0,2601 (3,1805)	0,3306 (3,5989)	0,4435 (3,8573)
Extensão rural	0,0031 (0,1048)	0,0108 (0,4185)	0,0125 (0,5210)
Geada	-11,1481 (- 2,5122)	-11,3553 (- 2,6312)	-11,6006 (- 2,6988)
Deficiência hídrica	- 0,1502 (- 3,1877)	- 0,1471 (- 3,2208)	- 0,1462 (- 3,2388)
Constante	127,702 (12,7773)	119,799 (11,8208)	109,983 (10,0634)
R ²	0,8401	0,8530	0,8598
DW	2,2109	2,2703	2,2648

⁽¹⁾ Equações estimadas através do Método de Cochrane - Orcutt com observações de 1956 a 1980; valores de "t" entre parênteses.

Para investigar a questão foi utilizado o "R² cancelado" como medida de multicolinearidade, conforme sugerido por Kmenta (1978), confirmando-se a suspeita de sua presença ⁽¹⁾. Entretanto, é difícil avaliar em que medida e em que sentido a multicolinearidade pode estar afetando as equações estimadas. Além disso, é praticamente impossível resolver este problema, porque a eliminação uma variável não pode ser feita sem razões teóricas e a agregação de duas variáveis não pode ser feita sem prévio conhecimento sobre os seus coeficientes, pois tais procedimentos introduziriam, respectivamente, um erro de especificação ou um erro de agregação. A solução apropriada seria testar outras amostras, uma vez que a multicolinearidade é um problema que surge dos dados, e não do modelo, em que por hipótese as variáveis independentes são não relacionadas entre si. Entretanto, não dispomos de outros conjuntos de dados, que de qualquer forma provavelmente apresentariam o mesmo problema, associado ao uso de séries temporais. Em futuros estudos, para contornar essa dificuldade

(1) Reestimando a equação em que o horizonte da pesquisa é de 15 anos, eliminando uma variável de cada vez e mantendo as demais, obtivemos os seguintes "R² cancelados": 0,7220 sem pesquisa; 0,7781 sem deficiência hídrica; 0,7884 sem geada; e 0,8223 sem extensão. De acordo com Kmenta (1971) o acréscimo relativamente pequeno do coeficiente de determinação, que passou de 0,8223 (sem extensão) para 0,8530 (modelo completo) indica algum grau de multicolinearidade.

seria conveniente desenvolver um modelo que permita o uso simultâneo de dados de corte temporal. No âmbito deste estudo resta conviver com o problema, que impõe alguma reserva sobre as conclusões.

Com respeito ainda às equações do quadro 9, cabe discutir a questão do horizonte ótimo. Kmenta (1978) menciona que pode-se obter alguma ajuda dos dados e sugere que o horizonte de defasagem deve ser estendido até que o máximo coeficiente de determinação seja obtido. No caso deste estudo o R^2 aumenta com horizontes mais extensos e a partir de certo ponto os aumentos tornam-se sucessivamente menores à medida que alonga-se o horizonte, como seria de esperar que ocorresse. Entretanto, esse comportamento não fornece informação suficiente para se determinar a melhor defasagem, pois não parece razoável a tendência do modelo dar sempre um maior R^2 , ainda que os aumentos sejam muito pequenos, a despeito da amplitude do horizonte, que foi estendido até 30 anos (limite dos dados disponíveis).

Por essa razão, informações exógenas foram também consideradas. Um estudo anterior de Evenson (1967) indicou que a defasagem média entre investimento em pesquisa e resposta da produção seria de 7,5 anos na agricultura americana, o que implica um horizonte de 15 anos. Outro estudo,

por Evenson & Jha (1973), relacionado à agricultura índia na, chegou a bons resultados com investimentos em pesquisa acumulados até 19 anos.

Por outro lado, é um fato bem conhecido que apre^{ci}ável proporção da pesquisa agrícola em São Paulo foi orientada para culturas permanentes, envolvendo também pes^{quis}as de natureza mais básica, ambos os fatos sugerindo um horizonte algo extenso (¹). Com base em todo esse con^{ju}nto de informações, uma defasagem média de 7,5 a 10 anos parece ser aceitável para o caso deste estudo.

O quadro 10 apresenta equações em que extensão natural comparece com horizonte de 2 anos. Os coeficientes dessa variável apresentam sinais consistentes com o esperado no primeiro ano mas tornam-se inconsistentes no segundo ano, embora todos eles sejam não significantes. O mesmo ocorreu em equações com o horizonte da extensão de 3 e de 4 anos, cuja apresentação é omitida, por desnecesária. Estes resultados talvez indiquem que o efeito da extensão sobre a produtividade agrícola, embora não significantemente captado, seja de curto prazo.

O quadro 11 mostra equações incluindo investimen

¹) Silva, Fonseca & Martin (1980) mostraram que café e laranja foram responsáveis por cerca de 25% das pesquisas relacionadas a produtos, conduzidas em São Paulo durante o período 1927-1977.

QUADRO 10

EQUAÇÕES COM PESQUISA AGROPECUÁRIA DEFASADA, EXTENSÃO RURAL DEFASADA E CONDIÇÕES DO TEMPO COMO VARIÁVEIS EXPLICATIVAS DO ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE TOTAL NA AGROPECUÁRIA, ESTADO DE SÃO PAULO (1)

	10 anos	15 anos	20 anos
Pesquisa agropecuária	0,3037	0,3664	0,4869
(somados coeficientes)	(2,9290)	(3,3131)	(3,5936)
Extensão rural (ano t)	0,0114	0,0203	0,0238
	(0,3552)	(0,6768)	(0,8149)
(ano t-1)	-0,0271	-0,0216	-0,0220
	(-0,7030)	(-0,6129)	(-0,6462)
Área	-9,5407	-10,0251	-10,1940
	(-1,9006)	(-2,0592)	(-2,1059)
eficiência hídrica	-0,1482	-0,1456	-0,1448
	(-3,0846)	(-3,1202)	(-3,1344)
Constante	127,446	118,947	108,167
	(12,7513)	(11,5893)	(9,6424)
	0,8443	0,8560	0,8629
	2,3023	2,3423	2,3293

¹) Equações estimadas através do Método de Cochrane-Orcutt com observações de 1956 a 1980; valores de "t" entre parênteses.

QUADRO 11

EQUAÇÕES COM PESQUISA AGROPECUÁRIA ACUMULADA, EXTENSÃO RURAL
CORRENTE E CONDIÇÕES DO TEMPO COMO VARIÁVEIS EXPLICATIVAS
DO ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE TOTAL NA AGROPECUÁRIA, ESTADO DE
SÃO PAULO (1)

	10 anos	15 anos	20 anos
Pesquisa agropecuária	0,0267 (3,3360)	0,0239 (3,6752)	0,0234 (3,8878)
Extensão rural (1 ano)	0,0038 (0,1326)	0,0047 (0,1769)	0,0031 (0,1192)
Reada	-10,7655 (- 2,3950)	-10,9461 (- 2,4870)	-11,2497 (- 2,5704)
eficiência hídrica	- 0,1495 (- 3,1406)	- 0,1484 (- 3,1995)	- 0,1452 (- 3,1625)
Constante	125,932 (13,3778)	117,743 (11,9824)	108,891 (10,1532)
2	0,8428	0,8531	0,8588
W	2,2380	2,2549	2,2479

1) Equações estimadas através do Método de Cochran-Orcutt com observações de 1956 a 1980; valores de "t" entre parênteses.

acumulados em pesquisa, ao invés de investimentos de ba-
dos. Os coeficientes da pesquisa têm o sinal esperado e
significantes ao nível de 1% de probabilidade. Embora
em sinais consistentes, os parâmetros correspondentes \bar{a}

tos acumulados em pesquisa, ao invés de investimentos defa-
dos. Os coeficientes da pesquisa têm o sinal esperado e
são significantes ao nível de 1% de probabilidade. Embora
com sinais consistentes, os parâmetros correspondentes à
extensão corrente são não significantes. Os coeficientes
das variáveis meteorológicas apresentam praticamente a mes-
ma magnitude dos estimados nos modelos anteriormente dis-
cutidos e são significantes a níveis de probabilidade en-
tre 1% e 5%. Os coeficientes de determinação são sensivel-
mente os mesmos, variando de 84,0% a 86,0%. Naturalmente,
o mesmo problema de multicolinearidade anteriormente apon-
tado pode ter prejudicado em alguma medida a estimação des-
tas e outras equações com investimentos acumulados.

O quadro 12 apresenta equações em que os inves-
timentos em extensão foram acumulados por 2 anos. Surgiu
nessas equações uma inconsistência do sinal dos coeficien-
tes da extensão, que contudo são não significantes. Esta
constatação poderia ser vista como um reforço à idéia de
que o efeito da extensão, aparentemente negligenciável, se-
ria de qualquer forma restrito ao curto prazo.

Finalmente, o quadro 13 contém equações em que
o investimento acumulado em pesquisa agropecuária comparece
isoladamente e em interação com o dispêndio corrente em ex

QUADRO 12

EQUAÇÕES COM PESQUISA AGROPECUÁRIA ACUMULADA, EXTENSÃO RURAL ACUMULADA E CONDIÇÕES DO TEMPO COMO VARIÁVEIS EXPLICATIVAS DO ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE TOTAL NA AGROPECUÁRIA, ESTADO DE SÃO PAULO (1)

	10 anos	15 anos	20 anos
Pesquisa agropecuária	0,0296 (3,0141)	0,0261 (3,3522)	0,0258 (3,5869)
Extensão rural (2 anos)	-0,0048 (-0,2544)	-0,0035 (-0,2058)	-0,0048 (-0,2983)
Geada	-10,7784 (- 2,4129)	-11,0305 (- 2,5251)	-11,2576 (- 2,6017)
Deficiência hídrica	- 0,1495 (- 3,1621)	- 0,1485 (- 3,2222)	- 0,1451 (- 3,1798)
Constante	126,691 (13,3464)	117,856 (11,778)	108,067 (9,7301)
R ²	0,8432	0,8532	0,8593
DW	2,2987	2,3088	2,3043

(1) Equações estimadas através do Método de Cochrame-Orcutt com observações de 1956 a 1980; valores de "t" entre parênteses.

extensão rural. Essa parece ser uma especificação interessante por permitir uma ação sinérgica da pesquisa e da extensão. Com efeito, é razoável admitir que o impacto da extensão seja praticamente nulo na ausência de pesquisa, enquanto a pesquisa pode atuar independentemente da extensão na presença de outros canais de difusão de conhecimentos, ou de contatos diretos entre pesquisadores e agricultores, mas certamente teria seu efeito potenciado na presença de um serviço de extensão eficaz. Apesar disso, mais uma vez os parâmetros da variável envolvendo extensão aparecem não significantes, além de exibirem sinal inconsistente com o esperado. Deveria tal fato ser interpretado como mais uma confirmação dos resultados obtidos com os modelos anteriores?

Resistimos a essa interpretação. Uma das razões para isso é de natureza puramente econométrica. A presença de multicolinearidade entre pesquisa e extensão impõe alguma reserva sobre as inferências que seria legítimo fazer a partir dos resultados obtidos. Deve ficar claro, entretanto, não haver nenhuma razão para desse fato concluir que os coeficientes da extensão surgiriam coerentes em sinal e estatisticamente significantes na ausência de multicolinearidade. Kmenta (1971) chama a atenção, corretamente, para que se evite esse tipo de interpretação, comum entre analis

QUADRO 13

EQUAÇÕES COM PESQUISA AGROPECUÁRIA ACUMULADA, PESQUISA EM
 INTERAÇÃO COM EXTENSÃO RURAL E CONDIÇÕES DO TEMPO COMO
 VARIÁVEIS EXPLICATIVAS DO ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE TOTAL NA
 AGROPECUÁRIA, ESTADO DE SÃO PAULO (1)

	10 anos	15 anos	20 anos
pesquisa agropecuária	0,0299 (2,1059)	0,0263 (2,3377)	0,0255 (2,5731)
pesquisa X extensão rural	-0,0000 (-0,1862)	-0,0000 (-0,1483)	-0,0000 (-0,1662)
renda	-11,0585 (- 2,4399)	-11,2463 (- 2,5430)	-11,4857 (- 2,6031)
eficiência hídrica	- 0,1491 (- 3,1396)	- 0,1484 (- 3,2134)	- 0,1450 (- 3,1628)
constante	124,706 (9,9880)	116,485 (8,3970)	106,900 (6,8654)
2	0,8430	0,8530	0,8589
W	2,2761	2,2917	2,2766

1) Equações estimadas através do Método de Cochran-Orcutt com observações de 1956 a 1980; valores de "t" entre parênteses.

tas menos experimentados. De um ponto de vista empírico só se poderá avançar na resposta à questão, que permanece du
vidosa, através do uso de amostras em que o problema de multicolinearidade não esteja presente. A idéia de que a extensão teve efeito negligível e de curto prazo (em São Paulo e no período analisado) poderá portanto ser confirma
da ou refutada no futuro. Parece-nos pouco provável que is
so possa ser feito utilizando apenas dados de série tempo
ral, mesmo com o emprego de métodos mais sofisticados para contornar problemas de multicolinearidade. Talvez um camí
nho apropriado seria trabalhar com dados de corte tempo
ral (ou corte e série), a nível de propriedades, para asse
gurar o contraste necessário ao isolamento do efeito da extensão rural.

Uma segunda razão para nossa reserva quanto aos resultados obtidos sobre a extensão rural diz respeito ao seu modo de atuação. Na realidade a extensão, pelo menos em princípio, desenvolve a um tempo duas tarefas: divulgar novas técnicas e melhorar o nível educacional dos agricul
tores. É possível que os efeitos correspondentes a essas ações, bastante diferenciados, tornem-se por isso mesmo de difícil captação. A absorção de novas técnicas é geralmen
te um processo mais ou menos rápido. Por outro lado, toda

atividade educacional é de longa maturação. Talvez não se tenha conseguido modelar ainda, apropriadamente, o modo de atuação da extensão rural. Além disso, persistem dificuldades sobre como mensurar adequadamente seja o trabalho, sejam os resultados da extensão rural.

Uma terceira razão é a existência de indicações de que, pelo menos em determinados períodos e no caso de alguns produtos, a atuação da extensão rural pode ter sido um importante suporte do processo de modernização da agricultura paulista. Referências nesse sentido são encontradas especialmente nos casos do café e do algodão. Isso não elimina, contudo, a possibilidade de que, no período em análise, o efeito global da extensão não tenha sido suficientemente poderoso para ser captado nas regressões.

Por todas essas razões permanecemos com um desconfortável conjunto de dúvidas quanto à extensão rural, que felizmente não abala nossa confiança nos resultados referentes à pesquisa. Desde o primeiro modelo estimado, em que a variável extensão não foi incluída, até o modelo em que pesquisa ~~com~~parece isoladamente e em interação com a extensão, uma grande regularidade foi observada nos parâmetros da pesquisa. Poderíamos no máximo suspeitar, face à correlação entre ambas as variáveis, que se efetivamente houver alguma contribuição da extensão esteja ela sendo captada pe

na pesquisa, viesando para cima sua contribuição.

5.4. - Implicações Econômicas

Quais as implicações econômicas das estimativas apresentadas? O quadro 14 fornece dados para iniciar a resposta. A partir dos coeficientes da variável investimento em pesquisa agropecuária (extraídos das equações com defasagem polinomial e com acumulação incluindo além da pesquisa o dispêndio corrente em assistência técnica e as variáveis meteorológicas) e dos valores médios do índice de produtividade total e do investimento em pesquisa, foram calculadas as elasticidades da produtividade total com respeito à pesquisa. Conhecidas estas elasticidades, e os valores médios da produção agropecuária e do investimento em pesquisa, foi então possível calcularmos os produtos marginais da pesquisa correspondentes aos dois modelos e três horizontes de tempo considerados.

A magnitude dos produtos marginais é bastante semelhante em ambos os modelos e cresce quando se alonga o horizonte de tempo. Parece, também, muito elevada. Na verdade, como já mencionamos anteriormente, alguns fatores de superestimação estão certamente presentes, destacando-se entre eles a importação de conhecimentos de outros países. A absorção de conhecimentos gerados em outras regiões do

QUADRO 174
 PRODUTO MARGINAL DA PESQUISA AGROPECUÁRIA, ESTADO DE SÃO PAULO

Equação	Coefficiente (1)	IPA (2)	IPT (3)	EPa (4) = (1) x (2) - (3)	VPA (5)	PMP (6) = (4) x (5) - (2)
Investimento em pesquisa defasado						
10 anos	0,2601	157,6	153,9	0,2663	35.284,5	59,62
15 anos	0,3306	146,6	153,9	0,3149	35.284,5	75,79
20 anos	0,4435	138,9	153,9	0,4003	35.284,5	101,68
Investimento em pesquisa acumulado						
10 anos	0,0267	1.464,5	153,9	0,2541	35.284,5	61,22
15 anos	0,0239	1.951,3	153,9	0,3030	35.284,5	72,93
20 anos	0,0234	2.384,5	153,9	0,3625	35.284,5	92,10

- (1) Soma dos coeficientes, no caso das equações com defasagem polinomial.
- (2) Investimento em pesquisa agropecuária; valor médio Cr\$1.000.000 de 1977.
- (3) Índice de produtividade total dos fatores de produção; valor médio.
- (4) Elasticidade do Índice de produtividade com respeito à pesquisa.
- (5) Valor da produção agropecuária; valor médio em Cr\$1.000.000 de 1977.
- (6) Produto marginal da pesquisa agropecuária.

país e a contribuição da pesquisa realizada por instituições federais e pelo setor privado também não devem ser desconsiderados, embora sua relevância pareça muito menor. Em contrário, todavia, pelo menos um importante fator de subestimação precisa ser realçado: a transferência de tecnologia gerada em São Paulo para outras áreas do país, que teve apreciável impacto sobre a produtividade agrícola, especialmente na Região Centro-Sul, como mostraremos no próximo capítulo.

É interessante comparar nossos resultados com os obtidos em outros países desenvolvidos e menos desenvolvidos. O quadro 15 apresenta alguns dados referentes às economias americana e indiana. As estimativas do produto marginal da pesquisa parecem ser muito sensíveis com respeito ao método utilizado, tais as diferenças observadas entre os estudos relativos aos Estados Unidos. Tomando como referência os produtos marginais calculados para São Paulo no caso de um horizonte de 15 anos (Cr\$ 73 a Cr\$ 76 por cruzeiro adicional investido conforme o modelo considerado) verifica-se que é aproximadamente o dobro do calculado por Evenson (1967) para os Estados Unidos, usando método e horizonte semelhantes (US\$ 40 por dólar adicional). Estas magnitudes e discrepância sugerem alguns comentários. Primeiro, é prová

QUADRO 15PRODUTO MARGINAL DA PESQUISA AGRÍCOLA E EXTENSÃO RURAL EM
ALGUNS PAÍSES, EM DIFERENTES PERÍODOS

<i>País</i>	<i>Especificação</i>	<i>Produto Marginal</i>
<i>Estados Unidos</i>	<i>Pesquisa e extensão</i>	
<i>Griliches (1964)</i>	<i>Corte temporal, 1959</i>	<i>13</i>
<i>Estados Unidos</i>	<i>Pesquisa e extensão</i>	
<i>Evenson (1967)</i>	<i>Corte temporal, 1959</i>	<i>10</i>
<i>Estados Unidos</i>	<i>Pesquisa e extensão</i>	
<i>Evenson (1967)</i>	<i>Série temporal, 1938-1963</i>	<i>40</i>
<i>India</i>	<i>Pesquisa no estado</i>	<i>7,96-10,88</i>
<i>Evenson & Jha</i>	<i>Pesquisa em outros estados</i>	<i>0,80-3,10</i>
<i>(1973)</i>	<i>Extensão</i>	<i>0,14</i>
	<i>Corte e série temporal, 1953-1971</i>	

vel que ambas estejam viesadas para cima por diversas razões, mas mesmo com ajustamentos para compensar tal superestimação os retornos a investimentos em pesquisa agrícola seriam ainda muito altos. Segundo, parece natural esperar maiores retornos em áreas mais desenvolvidas, comparativamente às desenvolvidas, por duas razões: a) nas últimas uma maior proporção dos investimentos é alocada à pesquisa de manutenção; b) as primeiras estão em melhor posição para importar tecnologia e conhecimento científico básico. O produto marginal da pesquisa estimado por Evenson & Jha (1973) para a agricultura indiana (Rs 8 a Rs 11 por rupia adicional) é muito inferior ao estimado para a agricultura paulista. Nesse caso pode-se pensar que a comparação seria muito diferente se somente Punjab, Haryana ou Rajasthan (estados com excepcional performance na Índia, como São Paulo no Brasil) tivessem sido considerados.

Passando da pesquisa para a extensão, nossas estimativas sugerem que a atividade de extensão rural estaria tendo efeito negligível sobre a produtividade agropecuária. Já discutimos amplamente nossas reservas quando a esses resultados. Não poderíamos, entretanto, fazer a possibilidade de que realmente o efeito da extensão tenha sido pequeno (e por isso não captado pelo modelo) deixar de refletir so

bre algumas razões que auxiliariam a explicar o fato, admitindo-se por hipótese que ele tenha ocorrido.

Uma possível razão diz respeito à natureza das atividades de extensão, em conexão com o processo de evolução do setor agropecuário, em seus múltiplos aspectos. Assim sendo, faremos uma discussão do problema a nível puramente exploratório, pois que uma investigação em profundidade demandaria uma pesquisa específica.

Até este momento vimos utilizando a expressão extensão rural com uma conotação muito geral de assistência aos produtores no setor agropecuário, dando maior ênfase em sua ação voltada para a difusão de tecnologia. Agora torna-se necessária uma digressão conceitual. O termo extensão rural abrange um conjunto amplo de ações, desde o fomento até a promoção humana. Embora na realidade essas ações guardem apreciável grau de interdependência, historicamente os programas de extensão enfatizaram um ou outro aspecto; seja em decorrência das condições prevalescentes ao nível dos produtores, dos objetivos da política econômica, ou ainda de influências exógenas. A orientação fomentista visa a expansão da produção e o aumento da produtividade agrícola, e portanto uma de suas metas é a difusão de novas técnicas de produção, conforme Alves (1973). A

orientação promocionista envolve maior preocupação com o nível de vida dos produtores, especialmente dos mais carentes, e por isso sua meta básica é, segundo Lopes (1973), a melhoria do nível de saúde, nutrição, educação e organização dos produtores.

Em São Paulo, a assistência à agricultura em seus primórdios teve caráter nitidamente fomentista. A difusão do uso de técnicas e insumos modernos foi, segundo Kageyama et alii (1981), o principal curso de ação durante o período 1942-1948. Ainda segundo aqueles autores, numa segunda fase, correspondente ao período 1949-1958 (e portanto já abrangendo o início do horizonte coberto por este estudo), a atividade de assistência técnica passa a ser complementada pela de suprimento de serviços e insumos, particularmente mecanização e sementes, que em menor escala já eram fornecidas no período anterior, e ainda por atividades de fiscalização sanitária e de produtos. Prosseguindo, os mesmos autores identificam o período 1959-1967 como aquele em que o enfoque extensionista (ou promocionista, ou educativo) ganha corpo enquanto idéia dentro das instituições paulistas de assistência à agricultura, em contraposição à atuação fomentista até então dominante.

A esse respeito é interessante mencionar aqui a

...the first of these is the ...
...the second is the ...
...the third is the ...
...the fourth is the ...
...the fifth is the ...
...the sixth is the ...
...the seventh is the ...
...the eighth is the ...
...the ninth is the ...
...the tenth is the ...
...the eleventh is the ...
...the twelfth is the ...
...the thirteenth is the ...
...the fourteenth is the ...
...the fifteenth is the ...
...the sixteenth is the ...
...the seventeenth is the ...
...the eighteenth is the ...
...the nineteenth is the ...
...the twentieth is the ...
...the twenty-first is the ...
...the twenty-second is the ...
...the twenty-third is the ...
...the twenty-fourth is the ...
...the twenty-fifth is the ...
...the twenty-sixth is the ...
...the twenty-seventh is the ...
...the twenty-eighth is the ...
...the twenty-ninth is the ...
...the thirtieth is the ...

influência da criação das Associações de Crédito e Assistência Rural (inicialmente em Minas Gerais no ano de 1948 e posteriormente em outros estados) e a influência mais ampla, ligada a programas de cooperação técnica de instituições norte-americanas, no desenvolvimento desse processo. Todo ele reflete, basicamente, o domínio durante os anos cinquenta do chamado "modelo de difusão"; segundo o qual a modernização e crescimento da agricultura poderiam ser alcançados acelerando-se o processo de transferência de tecnologia. Essa concepção provocou, segundo Hayami & Ruttan (1971), um viés na formulação de estratégias de desenvolvimento agrícola nos países menos desenvolvidos. As limitações desse modelo foram percebidas a partir do fracasso de programas nele explícita ou implicitamente fundamentados e com o reconhecimento, enfatizado por Schultz (1965), de que a tecnologia agrícola é bastante específica com respeito às condições ambientais, de modo que grande parte do estoque de técnicas disponíveis não pode ser transferido. No caso do Brasil, o crescimento das atividades de extensão em detrimento das de pesquisa, por influência do modelo de difusão, foi apontada por Alves & Pastore (1977).

Voltando ao sistema paulista de assistência à agricultura, segundo Kageyama et alii (1981) o conflito

de orientação anteriormente mencionado parece não ter sido resolvido até o presente, apesar da reorganização do sistema de assistência à agricultura iniciada em 1967, que procurou superar a oposição fomento x extensão através da chamada assistência técnica integral. Ao mesmo tempo, e segundo os mesmos autores, há indícios de que nos últimos anos as atividades de fiscalização passaram a absorver crescente parcela de recursos, em prejuízo do esforço de difusão de tecnologia e de promoção dos grupos mais carentes de produtores rurais.

A partir do exposto podemos levantar a hipótese de que essas mudanças de orientação tenham prejudicado a continuidade e eficácia da extensão ao longo do tempo, inclusive porque em nossa opinião ocorreram de forma inconsistente com a evolução histórica da agricultura paulista. Claramente, um trabalho de cunho educativo teria sido mais importante no passado e não no período mais recente, em que a agricultura já se mostra bastante organizada, dinâmica, dependendo talvez muito pouco do esforço do estado para absorção de novas tecnologias. Essa assertiva baseia-se em três fatos objetivos.

Primeiro, as evidências apresentadas por Huffman (1974) comprovaram que educação e extensão rural são substi

titutas como fontes de habilidade para os produtores lidarem com situações de desequilíbrio, como as provocadas pelo processo de modernização da agricultura. Assim, maior disponibilidade de serviços de extensão poderá reduzir as perdas provocadas pela ignorância decorrente de insuficiente nível de escolaridade. Em contrapartida, a quantidade ótima de extensão declinará à medida que os produtores alcançarem maior nível de educação. Nesse sentido é um fato reconhecido, embora não haja dados para confirmá-lo, que em São Paulo, ao longo dos 25 anos cobertos por este estudo, o nível de educação formal da força de trabalho, e especialmente dos tomadores de decisão, cresceu rapidamente.

Segundo, sabe-se também, conquanto não se disponha de documentação a respeito, que novos canais de informação surgiram ou foram aprimorados, entre eles destacando-se, a assistência técnica privada. Ao mesmo tempo, os setores mais dinâmicos da agricultura passaram cada vez mais a buscar informações diretamente nas fontes, muitas vezes organizando serviços próprios de orientação técnica e colocando-os em estreito contato com as instituições de pesquisa.

Ambos estes fatores devem ter contribuído para reduzir o papel da extensão rural pública. Em adição a eles

cumpre mencionarmos um terceiro. O gasto com extensão cresceu muito rapidamente em comparação com o dispêndio em pesquisa, conforme ilustra o quadro 16, o que sugere um desenvolvimento excessivo da capacidade de difusão, em relação ao fluxo de inovações gerado pela pesquisa.

Silva, Fonseca & Martin (1980) já haviam mostrado que esse comportamento é completamente inconsistente com os padrões internacionais. Os dados computados por Boyce & Evenson (1975) indicam que a relação entre investimento em pesquisa e em extensão rural é diretamente relacionada com o estágio de desenvolvimento econômico, evoluindo de 0,48 em países com renda per capita de até US\$ 150 para 5,90 em países com renda per capita de US\$ 1.000 a US\$ 1.750. Em São Paulo o comportamento da relação é exatamente inverso, reduzindo-se com o crescimento econômico ao longo do tempo. Além disso, e ainda segundo os padrões internacionais calculados pelos mesmos autores, como proporção do valor do produto agrícola os investimentos em pesquisa são baixos e os gastos em assistência técnica muito elevados.

Embora a capacidade de difusão de tecnologia esteja evidentemente relacionada à expansão dos serviços de extensão, igualmente importante é a sua efetiva atuação.

A esse respeito as informações são muito escas

QUADRO 16

RELAÇÃO ENTRE INVESTIMENTOS EM PESQUISA AGROPECUÁRIA E EM
EXTENSÃO RURAL, ESTADO DE SÃO PAULO, 1936-1940 (1)

Período	Investimento em pesquisa (2)	Investimento em extensão (2)	IPA/IER
1936-1940	80,1	57,3	1,39
1941-1945	71,6	67,1	1,06
1946-1950	87,9	114,6	0,76
1951-1955	92,6	132,4	0,69
1956-1960	86,0	150,3	0,57
1961-1965	104,5	245,3	0,42
1966-1970	153,9	343,7	0,44
1971-1975	274,3	552,0	0,49
1976-1980	287,4	555,3	0,51

(1) Ver Anexo 2 para informações detalhadas sobre fontes de dados e procedimentos utilizados em sua elaboração.

(2) Em Cr\$1.000.000 de 1977.

sas mas talvez suficientes para caracterizar certa falta de dinamismo por parte do sistema. Pesquisando o comportamento de busca de informação dos técnicos responsáveis pelas casas da agricultura, espalhadas por todo o Estado de São Paulo, que constituem a base do serviço de extensão rural, Ramos (1973) constatou que 71% dos entrevistados nunca ou raramente manteve contato com Escolas de Agricultura e Veterinária e 48% nunca ou raramente manteve contato com os Institutos de Pesquisa e suas Estações Experimentais. Verificou também que apenas 47% promoviam retro-informação para os pesquisadores. Quanto às fontes de informações escritas, "livros" foi considerada a mais importante pelos entrevistados, para 88% dos quais constituía a fonte de consulta mais frequentemente utilizada, o que parece impróprio face ao objetivo de levar ao agricultor os mais recentes avanços da pesquisa.

Analisando o serviço de assistência à agricultura, Magüerez (1969) menciona outros fatores que considera desfavoráveis, entre eles idade média elevada, formação universitária muito antiga e fraca mobilidade do pessoal técnico. Todos estes fatos parecem realmente indicar uma situação desfavorável à eficácia da extensão rural em São Paulo.

Finalizando essa discussão julgamos oportuno lem

brar que em geral têm sido estimados retornos baixos para a extensão: na Índia, por exemplo, Evenson & Jha (1973) calcularam esse retorno em algo mais que um centésimo do retorno da pesquisa (quadro 15). No Brasil, aparentemente o único trabalho a mostrar elevados retornos, elaborado por Carvalho (1976), parte da hipótese insustentável de que se não existisse o serviço de extensão as novas técnicas criadas pela pesquisa não seriam adotadas pelos produtores.

De qualquer forma, o efeito do dispêndio em extensão rural sobre a produção agropecuária precisa ser melhor investigado, seja devido às limitações do presente estudo, seja porque as evidências disponíveis são ainda muito escassas, mas também porque segundo Jha (1980) os modelos utilizados para mensurar o efeito da extensão precisam ser aprimorados, devido às dificuldades associadas à existência de múltiplos canais de comunicação, bem como a presença de complexas interações com outras variáveis, como pesquisa, educação e possivelmente infraestrutura e facilidades para suprimento de insumos e comercialização de produtos.

Sintetizando, poderíamos dizer que nossos resultados mostram o potencial da pesquisa para melhorar a produtividade agropecuária, fornecem suporte à hipótese de subinvestimento em pesquisa de um ponto de vista social, e su

gerem a necessidade de se estudar em profundidade as ques
tões relacionadas à difusão de tecnologia.

6 - PESQUISA AGRÍCOLA E AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA TERRA NAS PRINCIPAIS CULTURAS

Neste capítulo os efeitos do progresso tecnológico - e portanto da pesquisa - são investigados em maior detalhe ⁽¹⁾. Começaremos por caracterizar o esforço de pesquisa em seus aspectos mais gerais. Em seguida relacionaremos a pesquisa dirigida a cada cultura com a evolução do respectivo rendimento; isso será feito de modo mais qualitativo, sem apelo a métodos econométricos. A análise a nível de produto ensejará algumas considerações sobre os efeitos distributivos do progresso tecnológico (entre consumidores e produtores) embora não seja esse o foco do estudo. Uma discussão a respeito dos condicionantes do padrão de pesquisa identificado completa este último capítulo de nosso trabalho.

Logo de início devemos salientar que a nível de culturas não foi possível trabalhar com ganhos de produtividade total, por não existirem informações sobre o uso dos

⁽¹⁾ Reconhecemos a limitação representada pela não inclusão da pecuária nessa análise. Acreditamos, entretanto, que face às suas peculiaridades, a dificuldade de separar a pecuária de corte e a de leite, bem como de caracterizar os avanços tecnológicos ocorridos, o tema justifica um estudo específico.

diferentes fatores de produção. A única excessão é a terra, e por isso toda a análise restringe-se à sua produtividade.

Essa abordagem envolve limitações mas não invalida o trabalho, dada a hipótese de que a produção agrícola pode ser convenientemente representada por uma função de produção separável, capaz de descrever os sub-processos mecânico e biológico que compõem o processo global de produção na agricultura. Formalmente,

$$Y = f (f_m (X_m), f_b (X_b))$$

onde m e b indicam a natureza de cada sub-processo.

Segundo essa concepção, que ganhou força com a análise de Hayami & Ruttan (1971), a possibilidade de substituição de fatores seria grande dentro de cada sub-processo mas pequena entre os dois sub-processos. Assim, admite se que o fator primário no processo biológico - a terra - pode ser substituído por outros fatores participando nesse sub-processo - sementes, fertilizantes, defensivos, irrigação, práticas de cultivo etc. - que determinariam predominantemente a produção por unidade de área. Analogamente, o fator primário no sub-processo mecânico - trabalho humano - pode ser substituído por força animal, tratores, equipamentos, etc. - que afetariam basicamente a produção por unida

de de trabalho.

Certamente há situações em que tal separação é problemática. Como, por exemplo, no caso de bombas de irrigação, que apesar de participarem do sub-processo mecânico influenciam fortemente o sub-processo biológico. Ou, ainda, no caso de variedades que, embora participando do sub-processo biológico, favorecem o sub-processo mecânico por permitirem, devido a suas características, o uso de colheitadeiras. Salvo excessões desse tipo, de um modo geral o esquema tem sido considerado apropriado.

No caso da presente análise, a omissão de tratamentos, equipamentos, etc. limita-a ao sub-processo biológico. Como se verá, todavia, a maior parte do esforço de pesquisa cujos efeitos pretendemos analisar foi voltada para esse sub-processo. Podemos assim considerar aquela restrição menor, comparativamente à omissão das sementes, fertilizantes, defensivos, e demais fatores participantes do sub-processo biológico. A esse respeito, entretanto, parece defensável a posição de Evenson & Kislev (1973), que em situação semelhante justificam aquela omissão com o argumento de que a adoção desses fatores depende da pesquisa agrícola, citando como exemplo o desenvolvimento de variedades com elevada resposta a fertilizantes como um pré-requisito para a expan

são de seu uso. Finalizando este comentário, é importante realçarmos que os ganhos de rendimento expressarão, nesse contexto, o efeito total da pesquisa, incluindo a contribuição indireta através daqueles fatores. Como resultado, a contribuição da pesquisa será viesada para cima.

Discutidas estas questões, referentes à avaliação do progresso tecnológico através de uma medida parcial de produtividade - o rendimento das culturas - devemos desde já deixar claro que apenas a pesquisa conduzida pelas instituições públicas mantidas pelo governo do Estado de São Paulo será considerada, não se fazendo qualquer tratamento sistemático da pesquisa realizada por outras instituições, por empresas privadas, ou em outras regiões ou países, pelas mesmas razões já apresentadas no capítulo precedente.

6.1. - Caracterização Geral do Esforço de Pesquisa

É extremamente escassa a documentação sobre o trabalho de pesquisa agrícola ao nível de culturas, sendo muito difícil recuperar dados relativos aos gastos com a pesquisa dirigida a cada uma delas. De qualquer forma, a confiabilidade de tais dados seria pelo menos sofrível. Por esse motivo optamos por uma medida alternativa: o número de artigos científicos publicados. Este procedimento já foi utilizado em estudos de natureza semelhante por Evenson &

Kislev (1973) e, no Brasil, por Silva, Fonseca & Martin (1979, 1980) e também por Melo (1980).

Naturalmente o uso desse indicador apresenta vantagens e desvantagens. Entre as primeiras pode-se considerar o fato de que fornece informações por cultura e por tipo de pesquisa e de que constitui o resultado (ou produto) da pesquisa enquanto o dispêndio caracteriza-se mais como um indicador de intenções. Entre as últimas vale lembrar que nem todas as pesquisas são necessariamente publicadas, que eventualmente uma mesma pesquisa é dividida em mais de um artigo e que quantidade e qualidade dos trabalhos podem não estar relacionados. Todavia, é provável que as vantagens superem as desvantagens, sobretudo se as publicações forem criteriosamente selecionadas, escolhendo-se as revistas científicas que publicam o trabalho de pesquisa mais relevante, como recomendam Evenson e Kislev (1973).

Nossa tentativa de caracterizar o esforço de pesquisa cobre o período 1925-1979 e abrange as principais instituições de pesquisa agrícola que operaram em São Paulo nesse período: Instituto Agrônômico, Instituto Biológico e Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz". Uma relação dos veículos de divulgação utilizados pelos pesquisadores dessas instituições e consideradas neste trabalho é for

necida no Anexo 5.

A partir dos índices das publicações selecionadas, com consultas aos sumários sempre que necessário, os trabalhos foram classificados em categorias quanto ao tipo de produto e natureza da pesquisa. Foram consideradas 5 categorias no que diz respeito aos produtos. A primeira engloba os produtos exportáveis. A segunda abrange os produtos alimentares básicos e a terceira as hortaliças e frutas, ambas referindo-se a produtos domésticos (mantivemos portanto a mesma classificação básica utilizada na análise a nível agregado feita em capítulo precedente). Uma quarta categoria, denominada outros produtos foi criada para englobar pesquisas sobre grande número de culturas de pequena expressão econômica. Finalmente, a quinta categoria abarca os estudos não relacionados a produtos.

Quanto à natureza, as pesquisas foram classificadas em 10 categorias. A primeira engloba os trabalhos relacionados a genética e melhoramento, capazes de conduzir ao desenvolvimento de novas variedades e portanto se afetar significativamente os rendimentos das culturas. A segunda categoria abrange as pesquisas relacionadas a adubação (mineral e orgânica) e calagem, importantes para manutenção do nível de produtividade, que tende a cair em decorrência da

perda da fertilidade natural dos solos, bem como para elevação da produtividade, nesse caso atuando em conjugação com variedades de maior potencial produtivo e capacidade de resposta à aplicação de fertilizantes. A terceira categoria envolve pesquisas sobre as diversas práticas culturais (como por exemplo espaçamento, época de plantio, controle de ervas daninhas, etc.) capazes de produzir efeitos mais expressivos apenas em conjunto com o uso de variedades mais produtivas e fertilizantes. A quarta categoria refere-se às pesquisas sobre pragas e doenças e caracteriza-se mais como de manutenção do que de aumento de produtividade. A quinta categoria, que denominamos pesquisas biológicas básicas, engloba estudos de natureza mais fundamental relacionadas a fisiologia, nutrição, citologia, anatomia, morfologia e taxonomia. Acredita-se que conhecimentos nestas áreas sejam importantes para promover avanços significativos das pesquisas mais aplicadas (esse é também o caso da genética que entretanto foi mantida junto com melhoramento devido à dificuldade em estabelecer limites precisos entre os dois campos). Solo e clima correspondem à sexta e sétima categorias, com pesquisas que tratam do inventário desses recursos, da adaptação das culturas a diferentes condições ambientais, e também de problemas de manutenção de produtividade, como no

caso dos estudos sobre conservação do solo ou sobre prevenção dos efeitos de geadas. A oitava categoria refere-se a irrigação e drenagem, práticas com efeitos diretos sobre o rendimento das culturas. Pesquisas sobre engenharia e mecânica agrícola formam a nona categoria. Finalmente, sob o título de outras pesquisas foram englobados os trabalhos que não se encaixaram nas categorias anteriores.

Devido ao fato de que as pesquisas relacionadas a produtos e versando sobre solo e clima, irrigação e drenagem, engenharia e mecânica agrícola, apareceram em número reduzidíssimo, deixamos de levá-las em conta ao discutir a relação entre o esforço de pesquisa e a produtividade da terra a nível de culturas específicas. Nesse caso apenas as cinco primeiras categorias - genética e melhoramento, adubação e calagem, práticas culturais, pragas e doenças, e pesquisas biológicas básicas foram consideradas.

O quadro 17 apresenta um panorama da pesquisa realizada em São Paulo ao longo de meio século, permitindo uma análise de sua evolução histórica. Constatamos crescimento contínuo mas irregular da pesquisa desde 1925 até 1964; tal crescimento foi intenso nos dois primeiros intervalos (33% e 54%) mas ocorreu o ritmo muito mais lento (4%, 8%, 13% e 4%) durante os quatro intervalos seguintes. Entre

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS PELAS PRINCIPAIS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA AGRÍCOLA DO ESTADO DE SÃO PAULO, SEGUNDO O PRODUTO, 1.925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
Produtos exportáveis	53	66	136	86	93	124	159	248	179	150	201	1.495
Produtos domésticos	20	38	67	81	70	114	97	222	234	227	235	1.405
Alimentos básicos	13	21	33	44	43	65	49	129	126	105	116	744
Hortaliças e frutas	7	17	34	37	27	49	48	93	108	122	119	661
Outros produtos	11	12	19	41	29	30	29	62	36	44	68	381
Pesquisas não relac. a produtos	73	93	101	128	172	144	144	225	206	235	233	1.754
Total	157	209	323	336	364	412	429	757	655	656	737	5.035

Fonte: Bragantia, Boletim Técnico do Instituto Agrônômico, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESALQ e Revista de Agricultura (Inserções básicas)

os quinquênios 1955-1959 e 1960-1964 o número de publicações experimentou sua maior expansão, de 76%. No período seguinte o número de artigos caiu sensivelmente (-13%), para então estabilizar-se, voltando a crescer apenas no quinquênio 1975-1979, sem entretanto recuperar o nível observado no período 1960-1964. A elevada produção científica nesse último período sugere que uma massa crítica de conhecimentos tecnológicos deve ter se tornado disponível por essa época, criando condições mais favoráveis para o crescimento da produtividade agrícola a partir de meados dos anos sessenta. Essa foi precisamente, como já se mencionou, uma das razões que justificaram o fracionamento do horizonte 1956-1980 em dois subperíodos, tomando como marco o ano de 1968, ao se analisar a evolução da produtividade agregada no capítulo precedente.

Os números no quadro 17 mostram também que 65% dos artigos publicados referem-se a pesquisas relacionadas a produtos enquanto os 35% restantes não o são, pelo menos diretamente. Indicam ainda, com respeito ao primeiro grupo, que 45% tratam de produtos exportáveis, 43% de produtos domésticos e 12% a categoria denominada outros produtos. Para estudar com maior detalhe o esforço de pesquisa dirigido aos produtos domésticos foram eles subdivididos em dois conjuntos, tendo em conta sua importância nutricional (em termos de ca

lorias e proteínas) e sua participação nas despesas familiares com alimentação. O primeiro conjunto englobou arroz, trigo, feijão, batata, mandioca e milho: o segundo incluiu cebola, tomate, banana e outros produtos do gênero.

Embora seja desnecessário lembrar a importância muito maior dos alimentos básicos, em termos de fornecimento de calorias e proteínas, comparativamente às hortaliças e frutas, é interessante realçar sua participação nas despesas familiares. Considerando as classes de despesa de 0/2 a 7/10 salários mínimos, verifica-se que em São Paulo a participação do item alimentação variava de 50,9% a 26,2% da despesa global. Dentro deste item o conjunto formado por cereais, leguminosas e tubérculos (abrangendo a categoria aqui denominada alimentos básicos) respondia por 39,9% a 24,8% enquanto o conjunto formado por legumes e frutas (correspondendo à categoria aqui chamada de hortaliças e frutas) absorvia apenas 7,3% a 10,7% da despesa com alimentação, sempre de acordo com a pesquisa realizada em 1974-1975 pela FIBGE (1982).

Esses números mostram que a ênfase na pesquisa com produtos exportáveis e, dentre os domésticos, a importância atribuída à pesquisa com hortaliças e frutas podem ter contribuído para efeitos distributivos desfavoráveis às

classes de baixa renda, na medida em que, dispendo de menor suporte tecnológico, as culturas alimentares básicas apresentaram, como se verá mais adiante, pequenos ganhos ou mesmo estagnação e retrocesso de rendimentos, com efeitos inevitáveis sobre os preços. Esse fato adquire maior realce quando lembramos que no resto do país a pesquisa dirigida a esses produtos foi também muito reduzida, como mostraram Silva, Fonseca e Martin (1979).

Voltando ao quadro 17, é interessante verificar o predomínio das pesquisas sobre exportáveis até o quinquênio 1960-1964, a partir de quando nota-se uma reversão de tendência, passando os produtos domésticos a comandar maior número de pesquisas. Essa constatação, cumpre realçar, refere-se às instituições de pesquisa do governo estadual. Considerando-se, entretanto, que por volta de 1973 começa a expandir-se a pesquisa sobre cana-de-açúcar desenvolvida pelo PLANALSUCAR, a qual ganha expressão no período 1977-1979⁽¹⁾, pode-se concluir que na realidade a tendência global para o futuro deverá ser de ênfase nos produtos exportáveis, a menos que ocorram mudanças mais drásticas da política de pesquisa.

(¹) Esse fato foi constatado por pesquisa em andamento, conduzida pelo autor em colaboração com Nelson Batista Martin, Zuleima A.P.S. Santos e Luiz Carlos Assef.

O quadro 18 permite analisar a evolução da pesquisa orientada para os produtos exportáveis. Os números mostram que ao longo de todo o período café liderou o esforço de pesquisas, seguido por algodão, citros, cana-de-açúcar, amendoim, soja e mamona. Os três últimos produtos receberam nenhuma ou pouca atenção da pesquisa nos primeiros quinquênios do período coberto pelos dados.

O quadro 19 fornece informações para análise semelhante, com respeito aos produtos domésticos. Entre os alimentos básicos, a cultura mais estudada foi o milho, seguido pela batata, feijão, arroz, mandioca e trigo. Merece registro o fato de que a pesquisa com feijão só aparece no período 1940-1944, atingindo volume expressivo apenas no quinquênio 1960-1964. As publicações sobre arroz e trigo foram também muito reduzidas até o final dos anos cinquenta.

Quanto às hortaliças e frutas, constatamos apreciável volume de pesquisa relacionada ao tomate. As publicações sobre cebola foram sempre reduzidas. As pesquisas sobre outras hortaliças ganham expressão nas duas últimas dê cadas. Sobre banana ocorre maior concentração de pesquisas na última década. Resta-nos realçar o apreciável número de pesquisas sobre outras frutas ao longo de todo o horizonte considerado.

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE PRODUTOS EXPORTÁVEIS, ESTADO

SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1954	1959	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979		
Café	20	16	32	22	50	55	65	99	60	64	67	550	
Algodão	14	10	43	13	11	24	24	50	53	32	43	317	
Citros	2	12	24	35	18	13	29	36	19	13	18	219	
Cana-de-Açúcar	16	24	29	8	7	20	18	30	22	11	20	205	
Amendoim	0	0	2	3	2	3	13	21	17	17	19	97	
Soja	1	3	2	0	1	4	6	6	6	9	30	68	
Mamona	0	1	4	5	4	5	4	6	2	4	4	39	
Total	53	66	136	86	93	124	159	248	179	150	201	1.495	

Fonte: Bragança, Boletim Técnico do Instituto Agrônômico, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESALQ e Revista de Agricultura (Informações básicas).

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE PRODUTOS DOMÉSTICOS, ESTADO DE
SAO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1954	1959	1960	1965	1970	1975	Total
Alimentos básicos	13	21	33	44	43	65	49	129	126	105	116	744	
Milho	1	14	11	6	13	19	20	37	21	21	37	200	
Batata	3	4	13	13	12	26	18	47	26	14	8	184	
Feijão	0	0	0	6	1	0	2	17	48	27	28	129	
Arroz	0	1	4	4	4	9	2	18	14	22	19	97	
Mandioca	2	2	3	15	10	10	4	5	9	2	6	68	
Trigo	7	0	2	0	3	1	3	5	8	19	18	66	
Hortaliças e frutas	7	17	34	37	27	49	48	93	108	122	119	661	
Tomate	1	0	4	5	7	16	6	19	16	17	21	112	
Cebola	2	0	0	2	2	5	2	3	7	6	3	32	
Hortaliças diversas	1	1	1	9	6	5	8	21	43	46	34	175	
Banana	2	3	6	1	1	2	4	7	3	12	14	55	
Frutas diversas	1	13	23	20	11	21	28	43	39	41	47	287	
Total	20	38	67	81	70	114	97	222	234	227	235	1.405	

Fonte: Bragança, Boletim Técnico do Instituto Agrônômico, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESALQ e Revista de Agricultura (Informações básicas).

Vamos agora tecer algumas considerações gerais sobre a natureza das pesquisas. O quadro 20 apresenta o número de artigos publicados, segundo as categorias anteriormente definidas. Pragas e doenças apresenta o maior número de pesquisas. Seguem-se as categorias de práticas culturais, adubação e calagem, e genética e melhoramento, dentre aquelas que se espera possam ter um efeito mais direto sobre o rendimento das culturas.

Essa ordenação parece indicar certo predomínio de pesquisas voltadas para a manutenção dos níveis de produtividade, ao lado de outras com algum potencial para sua elevação. O número de artigos na área de genética e melhoramento é certamente apreciável mas sua participação aparentemente não caracteriza um programa de pesquisa voltado para a obtenção de elevados ganhos de rendimento.

Um adequado suporte de pesquisas biológicas básicas é considerado essencial para melhor desempenho da pesquisa agrícola aplicada. A esse respeito os dados mostram que a participação daquele tipo de pesquisa vem aumentando ao longo do tempo, como seria de esperar dada a crescente complexidade da pesquisa aplicada. Vemos nesse fato um aspecto muito positivo do desenvolvimento da pesquisa agrícola

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS, SEGUNDO A NATUREZA DA PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO.

1925-1979

Período	1925-1979														Total
	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1979			
Genética e melhoramento	12	32	29	66	47	49	38	53	36	33	52	52	447		
Adubação e calagem	27	15	10	8	15	30	54	107	103	81	68	68	518		
Práticas culturais	23	40	38	22	53	49	56	103	75	74	85	85	618		
Pragas e doenças	34	41	157	163	136	157	151	258	207	209	192	192	1.705		
Pesquisas biológicas básicas	6	13	21	25	35	44	43	92	103	105	158	158	645		
Solo	10	11	21	22	22	21	19	52	67	57	67	67	369		
Clima	4	1	0	0	2	3	5	11	5	0	10	10	41		
Irrigação e drenagem	4	0	1	0	2	1	3	4	2	10	3	3	30		
Engenharia e mecânica	4	6	0	9	14	11	5	2	1	2	1	1	55		
Outras pesquisas	33	50	46	21	38	47	55	75	56	85	101	101	607		
Total	157	209	323	336	364	412	429	757	655	656	737	737	5.035		

Fonte: Bragantia, Boletim Técnico do Instituto Agrônômico, Boletim da Agricultura, Arquivos do Instituto Biológico, O Biológico, Anais da ESALQ e Revista de Agricultura (informações básicas).

la em São Paulo ⁽¹⁾.

Um apreciável volume de pesquisa sobre solo foi conduzido durante todo o período analisado, e parece refletir a necessidade de alargar conhecimentos sobre esse recurso básico, sobre como conservá-lo produtivo.

Os estudos sobre clima aparecem em número relativamente baixo e apresentam certa irregularidade. O mesmo ocorre na área de irrigação. As condições climáticas bastante favoráveis a grande número de culturas talvez explique esse comportamento.

Por último, o pequeno número de artigos sobre engenharia e mecanização agrícola está certamente associado às amplas possibilidades de importação de conhecimentos incorporados em máquinas agrícolas (e naturalmente em seus projetos). Além disso essa é uma área em que o setor privado trabalha ativamente, por encontrar condições para se apropriar dos resultados da pesquisa.

6.2. - Impactos nos Rendimentos

⁽¹⁾ Evenson e Kislev (1975), investigando os determinantes da pesquisa agrícola aplicada, chegaram a resultados que sugerem ser ela fortemente dependente da pesquisa biológica básica (não agrícola). Essa constatação, talvez trivial para os cientistas, parece contrapor-se a uma tendência comum nos países menos desenvolvidos: concentrar recursos na pesquisa aplicada.

6.2 Impactos nos Rendimentos

Um primeiro problema na análise dos impactos da pesquisa sobre os rendimentos das culturas diz respeito aos dados. Para o Estado de São Paulo duas fontes poderiam ser utilizadas: o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Instituto de Economia Agrícola (IEA). Quanto à qualidade, em princípio julgaríamos preferíveis os do IEA, levantados em sua maioria através de amostra estatística de propriedades agrícolas. Por outro lado, como as séries do IEA têm início em 1948 não se prestam a análise de mais longo prazo, que pode ser afetuada com os dados do IBGE desde 1931.

Comparando os índices de rendimento segundo ambas as fontes, apresentados nos quadros 21 e 22 (calculados para quinquênios de modo a atenuar os efeitos de flutuações do tempo) podemos observar algumas discrepâncias. A direção dos movimentos observados é de um modo geral a mesma, mas sua velocidade, em alguns casos, bastante diferente, destacando-se nesse aspecto o café, o algodão e a banana. Quanto às divergências de direção entre as séries das duas fontes chama mais atenção o caso do feijão na última década.

Usaremos os dados do IBGE devido ao caráter de longo prazo de nossa análise e também porque eles asseguram maior comparabilidade com os rendimentos de outros esta

INDICES DE PRODUTIVIDADE DE CULTURAS SELECIONADAS, ESTADO DE SÃO PAULO, 1931-1979

BASE: 1950-54 = 100

Período	Cafê	Algodão	Laranja ⁽¹⁾	Caná	Amendoim	Soja ⁽²⁾	Mamona	Milho
1931-34	150	184	104	86	-	-	-	97
1935-39	143	179	94	54	-	-	130	94
1940-44	131	187	86	70	-	-	90	104
1945-49	104	132	90	97	102	-	92	98
1950-54	100	100	100	100	100	-	100	100
1955-59	136	166	113	104	143	-	107	100
1960-64	181	259	108	115	133	100	116	106
1965-69	269	267	117	117	120	122	121	124
1970-74	441	355	131	121	132	132	135	141
1975-79	352	386	140	136	144	145	148	149

V
continua

V

V

V

or
well

1931-34
1935-39
1940-44
1945-49
1950-54

café
algodão
laranja

amendoim
soja

20-84
Tem 16 mil
1970-74
1975-79
1980-84
Informações em São Paulo

continuação

Período	Batata	Feijão	Arroz	Mandioca	Trigo ⁽³⁾	Tomate	Banana	Cebola
1931-34	205	87	106	92	-	-	126	-
1935-39	177	56	287	52	-	-	70	-
1940-44	176	53	116	66	33	-	49	-
1945-49	113	66	104	98	46	99	93	72
1950-54	100	100	100	100	91	100	100	100
1955-59	119	68	97	106	100	140	84	107
1960-64	143	58	98	105	89	143	100	116
1965-69	151	60	89	107	106	156	110	129
1970-74	181	59	87	105	165	138	112	142
1975-79	247	55	72	115	94	163	99	309

⁽¹⁾ Laranja: Eliminou-se o ano de 1973.

⁽²⁾ Soja: Base - 1960/64 = 100

⁽³⁾ Trigo: Base - 1955/59 = 100

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil - FIBGE (dados básicos).

INDICES DE PRODUTIVIDADE DE CULTURAS SELECIONADAS, ESTADO DE SÃO PAULO, 1950-1979

BASE: 1950-54 = 100

continua

Período	Cafê ⁽¹⁾	Algodão	Laranja ⁽²⁾	Canal ⁽³⁾	Amendoim	Soja ⁽⁴⁾	Mamona	Milho
1950-54	100	100	100	100	100	84	100	100
1955-59	124	144	103	105	119	96	97	86
1960-64	106	170	111	111	105	100	104	110
1965-69	181	226	133	120	116	127	98	127
1970-74	197	196	115	119	118	133	108	145
1975-79	174	238	144	140	136	147	116	154

Período	Batata	Feijão	Arroz	Mandioca ⁽⁵⁾	Trigo ⁽⁶⁾	Tomate	Banana ⁽⁷⁾	Cebola
1950-54	100	100	100	100	-	100	100	100
1955-59	136	72	78	108	100	146	80	110
1960-64	172	67	82	114	112	179	156	124
1965-69	197	80	67	118	101	180	211	134
1970-74	194	84	85	119	165	153	242	164
1975-79	237	94	78	137	93	168	243	346

(¹) Café: A partir de 1965, o rendimento foi calculado com base na área colhida.

(²) Laranja: A partir de 1978, o rendimento foi calculado com base na área colhida.

(³) Cana: A partir de 1976, o rendimento foi calculado com base na área colhida.

(⁴) Soja: Base - 1960/64 = 100

(⁵) Mandioca: A partir de 1973, o rendimento foi calculado com base na área colhida.

(⁶) Trigo: Base - 1955/59 = 100.

(⁷) Banana: A partir de 1977, o rendimento foi calculado com base na área colhida.

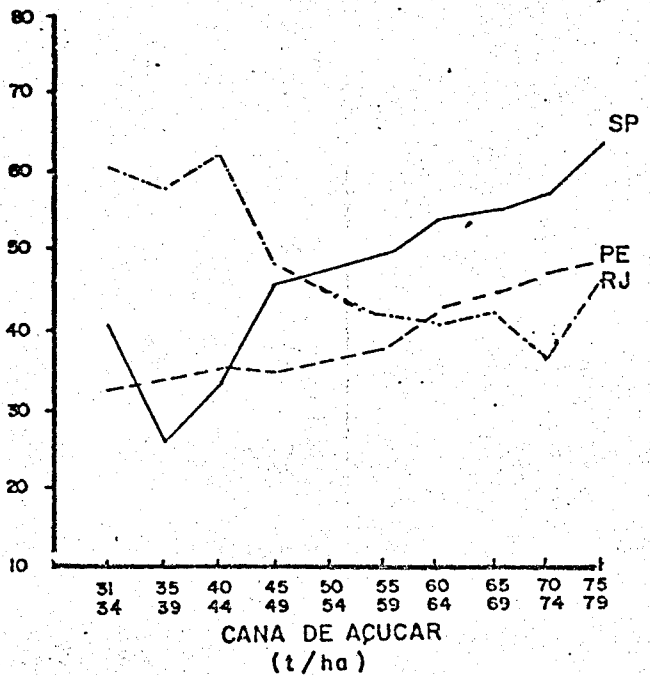
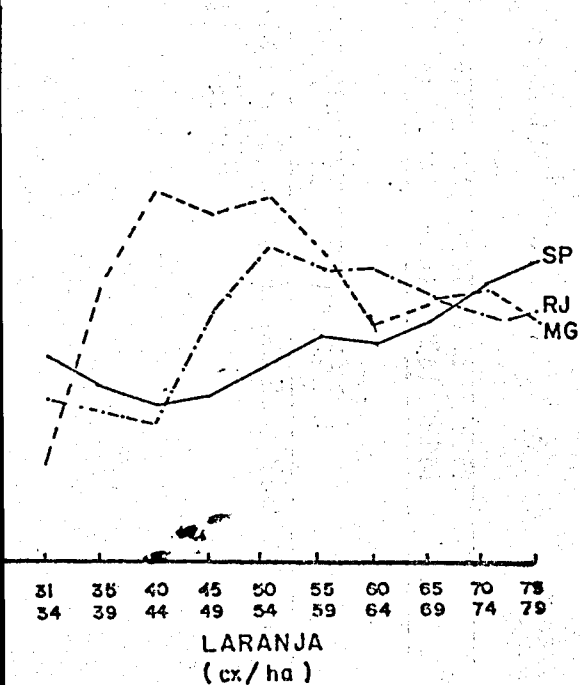
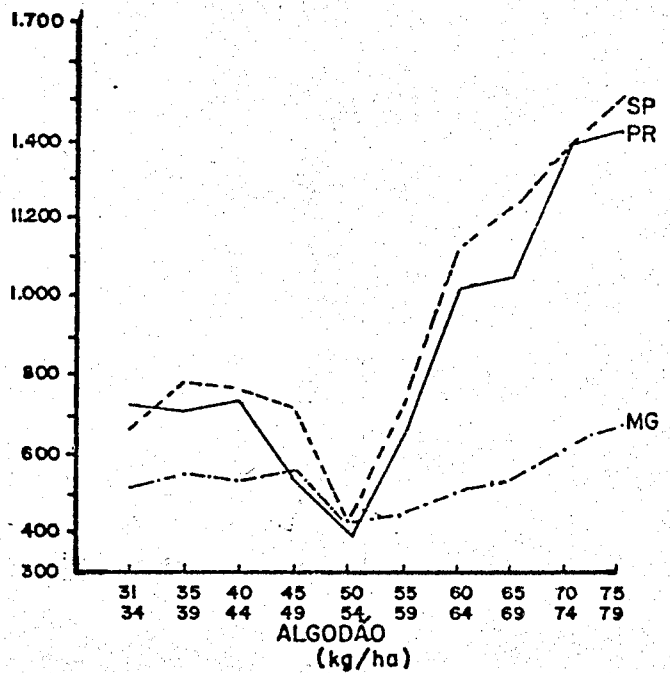
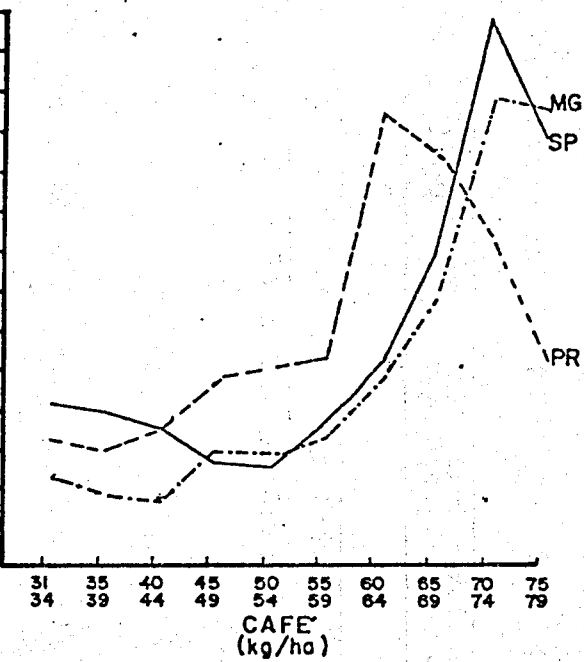
Fonte: Instituto de Economia Agrícola (dados básicos).

dos, para os quais a única fonte de dados é o IBGE. Não obstante, sempre que se justificar apelaremos para os dados do IEA. A figura 6 (a, b, c, d) ilustra a evolução dos rendimentos das principais culturas, em São Paulo e em outros importantes estados produtores, ao longo de meio século: 1931/34 a 1975/79. Analisaremos primeiro os produtos exportáveis e em seguida os produtos domésticos.

No caso do café constatamos a partir da figura 6a declínio lento do rendimento em São Paulo até o período 1950/54. A partir de então eleva-se com intensidade até 1970/74, apresentando queda no último quinquênio. É possível que esse declínio final esteja relacionado à ocorrência de condições meteorológicas particularmente adversas no período (geada em 1975, secas em 1976 e 1978) e maior incidência da "ferrugem", surgida em 1970.

Os elevados ganhos de rendimento experimentados na cultura de café certamente refletem o resultado do intenso esforço de pesquisa dirigido ao produto. Como mencionamos anteriormente café foi o produto mais estudado, e desde 1925/29. É interessante observar que apenas após 30 anos de pesquisas reverte-se a tendência declinante do rendimento do café.

Examinando o quadro 23 constatamos grande densi



GRA 6 a. - Rendimento Médio de Café, Algodão, Laranja e Cana-de-Açúcar nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1979

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil - IBGE (dados básicos).

QUADRO 23

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE CAFÉ, SEGUNDO A NATUREZA DA PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
Genética e melhoramento	-	2	9	11	8	15	14	18	4	3	13	97
Adubação e calagem	5	1	-	-	-	1	1	13	5	7	5	38
Práticas culturais	3	3	4	-	7	11	11	13	8	6	4	70
Pragas e doenças	2	3	11	7	16	11	20	17	18	31	28	164
Pesquisas biológicas básicas	-	1	5	4	10	12	9	19	16	10	5	91

dade de pesquisa nas áreas de genética e melhoramento, e de pesquisas biológicas básicas. Esse fato reflete a necessidade de gerar aqui conhecimentos que não estavam disponíveis em outra parte. Melo (1980) já havia chamado a atenção para ele, afirmando não ter o café se beneficiado de importação de conhecimentos, o que ocorreu no caso de outras culturas. Uma sucessão de variedades foram desenvolvidas - Bourbon melhorado nos anos 30, Mundo Novo nos 40, Catuaí nos 60 e Caticar (resistente à "ferrugem") nos anos 70. Pesquisas sobre pragas e doenças foram certamente importantes para a manutenção dos ganhos de produtividade, ameaçados especialmente pela "broca" a partir dos anos 30 e pela "ferrugem" na última década. Os estudos sobre adubação e calagem permitiram a permanência da cultura em terras cansadas, a expansão em terras pouco férteis, e colaboraram para viabilizar o potencial das novas variedades sempre mais produtivas. Para isso também contribuíram as pesquisas sobre práticas culturais ⁽¹⁾.

A evolução do rendimento do café em outros estados, particularmente em Minas Gerais, mas também no Paraná, indica claramente que eles se beneficiaram da pesquisa reali-

⁽¹⁾ Para maiores informações sobre os resultados da pesquisa em café ver Matiello & Carvalho (1980).

zada em São Paulo, pois Silva, Fonseca & Martin (1979) mostraram que em outros estados a pesquisa cafeeira praticamente tem início na década de 70. É possível que o clima reconhecidamente pouco favorável ao café no Paraná tenha dificultado a manutenção das elevadas produtividades alcançadas durante o período 1960/64 - 1970/74.

Passando ao algodão, verificamos pela figura 6a que o rendimento mantém-se bastante estável de 1931/34 a 1940/44, despensa até 1950/54, para então passar a crescer persistente e aceleradamente até 1975/79.

Pesquisa está na base desse processo. Algodão foi o segundo produto em termos de número de publicações, com uma apreciável parcela delas já nas décadas de 20 e de 30. O quadro 24 permite caracterizar mais em detalhe o esforço de pesquisa realizado. Diferentemente do café, não se constata uma proporção elevada de trabalhos em genética e melhoramento, e em pesquisas biológicas básicas. Isso se deve, segundo Melo (1980), à possibilidade de importação de conhecimentos, que foi devidamente aproveitada, facilitando e reduzindo o tempo necessário à obtenção de variedades mais produtivas e com melhor qualidade de fibra, adaptadas às condições locais. O lançamento de variedades tem ocorrido com grande frequência contribuindo para elevar o potencial

QUADRO 24

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE ALGODÃO, SEGUNDO A NATUREZA DA PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
Genética e melhoramento	4	-	-	2	-	-	-	1	2	3	4	16
Adubação e calagem	-	2	-	-	1	1	7	6	9	6	5	37
Práticas culturais	4	3	4	1	1	3	-	6	8	5	7	42
Pragas e doenças	2	-	35	7	8	17	13	30	24	11	8	155
Pesquisas bioló- gicas básicas	-	-	-	1	1	2	4	5	2	5	11	31

produtivo da cultura (¹). As pesquisas sobre adubação e práticas culturais facilitaram as condições para manifestação desse potencial. Maior ênfase, entretanto, recebeu a pesquisa na área de pragas e doenças, devido à particular vulnerabilidade da cultura; foi seguramente muito importante o esforço destinado à manutenção da produtividade no caso do algodão.

O comportamento do rendimento em outros estados, onde o esforço de pesquisa dirigido ao algodão foi inexpressivo, conforme mostraram Silva, Fonseca & Martin (1979), indica que os resultados obtidos em São Paulo ultrapassaram suas fronteiras, beneficiando especialmente o Paraná e em menor escala Minas Gerais.

Quanto à laranja, observarmos que o rendimento, ilustrado na figura 6a, declina de 1931/34 até 1940/44. Desse período em diante cresce firme mas lentamente até 1975/79.

Dentre os produtos exportáveis, citros foi o terceiro colocado em número de artigos publicados. Mais da metade deles, conforme dados do quadro 25, referem-se a pra

(¹) O IAC lançou 32 variedades entre 1932 e 1979. Sua denominação, cronologia e origem pode ser vista em Freire, Moreira & Medeiros (1980). O exame da origem mostra claramente o importante papel da importação de conhecimentos.

QUADRO 25

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE CITROS, SEGUNDO A NATUREZA DA

PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	-	-	3	-	3	-	-	-	-	1	7
Adubação e calagem	-	1	1	2	1	-	1	-	1	1	1	9
Práticas culturais	-	3	2	2	4	1	7	9	3	3	6	40
Pragas e doenças	1	7	20	21	9	9	21	20	9	7	8	132
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	6	2	-	-	5	1	1	-	15

gas e doenças. Entre as demais categorias apenas a de práticas culturais apresenta um volume mais significativo de pesquisas. Essa ênfase reflete a gravidade dos problemas sani-tários enfrentados pela cultura e sugere que o efeito da pesquisa nesse caso deve ser visto mais pelo lado da manutenção que do aumento do rendimento. Com efeito, diversas doenças perturbaram o desenvolvimento da citricultura, particularmente a "tristeza" que dizimou pomares e provocou de-clínio da produtividade ao longo da década de 40. Todas elas foram sendo controladas através da pesquisa. Presentemente o "cancro cítrico" é o grande desafio a ser vencido. Os trabalhos de melhoramento da laranja, embora em pequeno número, geraram algumas variedades (baianinha, pera); qualidade foi aparentemente o principal objetivo orientando o programa de melhoramento ⁽¹⁾. Com relação a variedades sabe-se que a citricultura também beneficiou-se com importações. A realidade é que a pesquisa criou condições para a permanência e expansão da cultura em São Paulo, o que permitiu ao país tornar-se o maior exportador mundial de sucos cítricos nos últimos anos.

A evolução do rendimento da laranja em impor

⁽¹⁾ Para um histórico a respeito da pesquisa dirigida à laranja ver Rodrigues (1976).

tantes estados produtores, Minas Gerais e Rio de Janeiro, segue um caminho muito diverso do observado em São Paulo, não permitindo qualquer inferência com respeito a possíveis efeitos externos da pesquisa realizada pelas instituições paulistas.

A cana-de-açúcar comandou um grande esforço de pesquisa em São Paulo, ocupando a quarta posição entre os produtos exportáveis. É também a cultura com maior tradição de pesquisa fora de São Paulo. Um apreciável volume de publicações foi registrado no Rio de Janeiro e no Nordeste por Silva, Fonseca & Martin (1980). O quadro 26 mostra uma distribuição relativamente equilibrada dos diversos tipos de pesquisa. Os números indicam certo volume de trabalho na área de genética e melhoramento, complementado por pesquisas sobre adubação e práticas culturais. Também é expressivo o número de pesquisas sobre pragas e doenças, e pesquisas biológicas básicas.

Mostra a figura 6a que o rendimento da cana-de-açúcar caiu sensivelmente de 1931/34 para 1935/39. Tal queda reflete o efeito de doenças, primeiramente o "mosaico", depois o "carvão." Para contornar o problema as variedades então cultivadas foram substituídas por outras, originárias de Java (POJ) tendo sido também introduzidas varie

QUADRO 26

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE CANA, SEGUNDO A NATUREZA DA PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	1	3	5	-	2	2	3	5	3	1	-	25
Adubação e calagem	-	2	3	1	1	2	8	12	5	2	5	41
Práticas culturais	2	3	-	1	-	1	1	1	3	2	2	16
Pragas e doenças	9	2	5	4	2	7	1	3	5	2	9	49
Pesquisas biológicas básicas	1	2	4	-	-	2	2	5	1	1	4	22

dades procedentes da Índia (CO) e variedades brasileiras, produzidas no Estado do Rio de Janeiro, no final dos anos 40. Mais tarde surgem as variedades paulistas (IAC) e argentinas (NA). O resultado desse processo de substituição de variedades foi a reversão de tendência do rendimento, que aumenta a princípio rapidamente e depois mais devagar até 1975/79. É importante observar que ao final da última década as variedades CB ainda dominavam a área cultivada em São Paulo, seguidas pela variedade NA vindo só então as IAC. Esses fatos mostram que a importação de conhecimentos foi importante no passado, como mencionado por Pastore, Dias & Castro (1976) e o é ainda hoje. Notamos, por outro lado, que a cana-de-açúcar apresenta grande proporção de pesquisa sobre adubação, que sem dúvida devem ter gerado conhecimentos importantes para viabilizar o potencial produtivo das variedades introduzidas ao longo do tempo ⁽¹⁾.

O rendimento da cana-de-açúcar cresce persistente mas vagarosamente em Pernambuco, como provável resultado da pesquisa lá efetuada e da importação de variedades do exterior e do Rio de Janeiro. Estranhamente, no Rio de Janeiro, berço das variedades brasileiras hoje cultivadas mesmo em outros países, o rendimento cai por longo período,

⁽¹⁾ Sobre a contribuição da pesquisa no caso da cana-de-açúcar ver Carvalho (1980).

apresentando alguma recuperação apenas no último quinquênio.

O esforço de pesquisa dirigido aos três produtos de exportação ainda não analisados - amendoim, soja e mamona - foi substancialmente menor. Além disso, é mais recente e um volume expressivo de publicações só aparece a partir dos anos cinquenta. Os quadros 27, 28 e 29 mostram a natureza da pesquisa realizada com cada produto. Entretanto, o pequeno número de artigos oferece pouca informação. O único fato chamando maior atenção é a concentração de pesquisas em genética e melhoramento de mamona.

A contribuição da pesquisa no caso da soja é mais conhecida. Kaster & Bonato (1980) mencionam a criação da variedade Santa Rosa como marcando o início do melhoramento da soja. Fato interessante é que essa variedade paulista ganhou importância a partir de 1963 no Rio Grande do Sul, passando depois a ser cultivada em todas as áreas produtoras. Na mesma época em que criou a variedade Santa Rosa o Instituto Agrônomo desenvolveu também a IAC-2, com vistas ao cultivo no cerrado e em baixas latitudes. Posteriormente outras variedades IAC foram produzidas. Tais fatos indicam que a pesquisa realizada em São Paulo foi importante suporte para a expansão da cultura não só neste estado mas no país. Devemos realçar, todavia, que esse resultado foi alcançado com

QUADRO 27

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE AMENDOIM, SEGUNDO A NATUREZA DA

PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	-	-	1	-	1	5	1	-	1	-	9
Adubação e calagem	-	-	-	-	-	-	2	-	2	8	2	14
Práticas culturais	-	-	-	-	1	-	1	4	5	4	4	19
Pragas e doenças	-	-	-	2	-	2	1	11	8	3	10	37
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	1	-	4	5	2	1	1	14

QUADRO 29

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE MAMONA, SEGUNDO A NATUREZA DA PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	-	-	4	4	1	2	1	1	-	-	13
Adubação e calagem	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	2	5
Práticas culturais	-	1	-	-	-	2	1	2	1	-	1	8
Pragas e doenças	-	-	3	1	-	-	-	1	-	-	-	5
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4

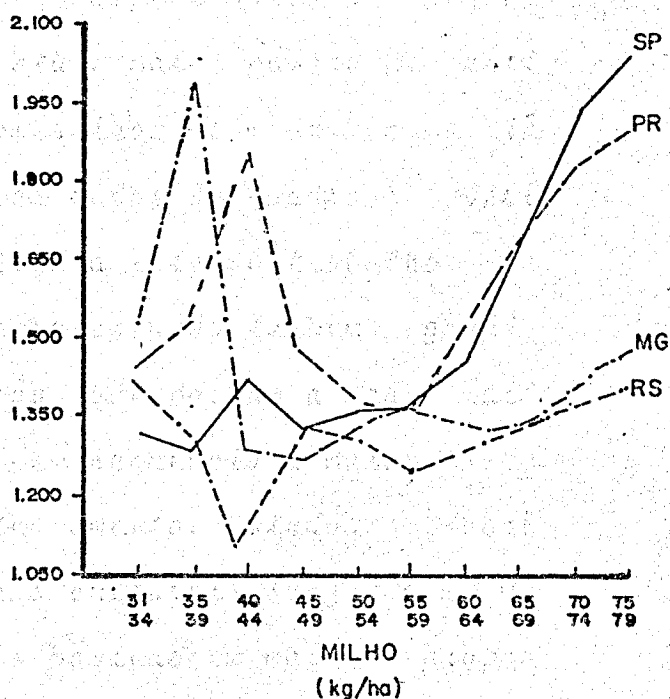
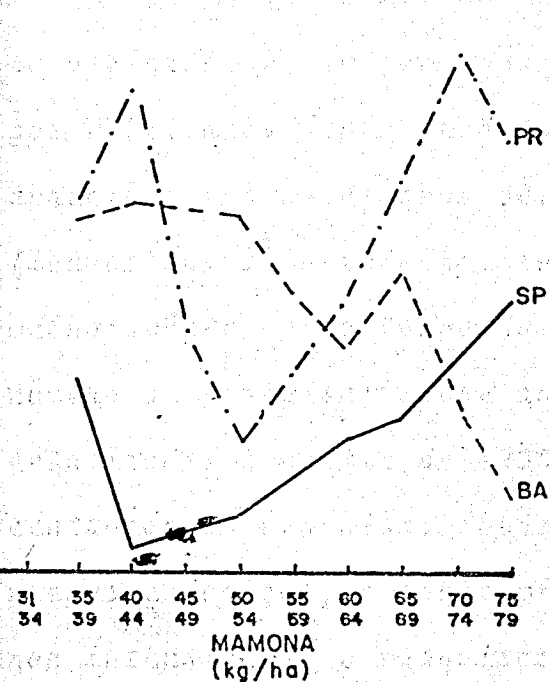
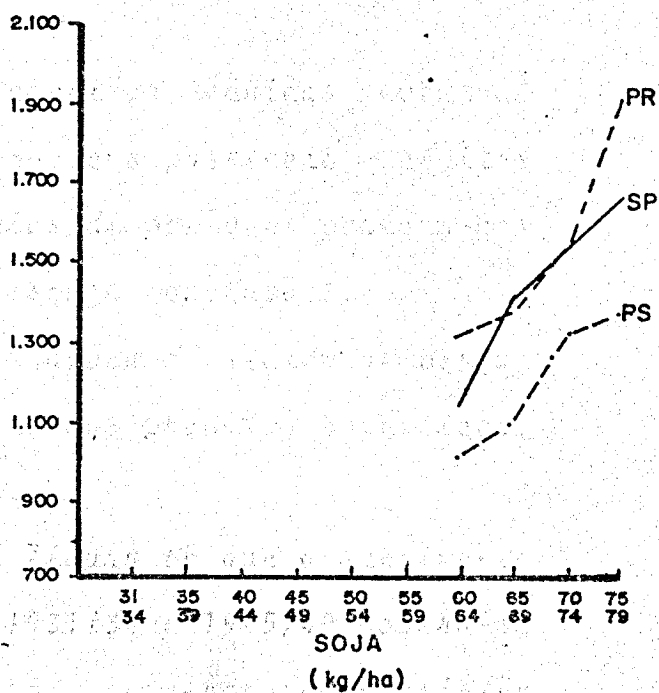
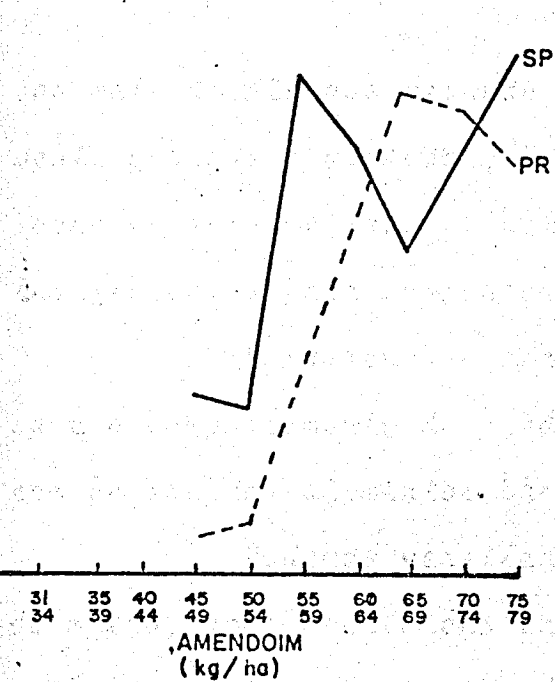
um esforço de pesquisa comparativamente pequeno devido às facilidades de importação de conhecimento, na forma de material genético para cruzamento. Foi também muito importante para o desenvolvimento da cultura, como mostram Kaster & Bonato (1980), a introdução direta de variedades originárias dos Estados Unidos.

A tendência ascendente do rendimento da soja em São Paulo, bem como no Paraná e no Rio Grande do Sul, ilustrada na figura 6b, é coerente com os desenvolvimentos tecnológicos relatados.

Quanto ao amendoim, sua produtividade mostra drástica flutuação quanto consideramos os dados do IBGE (figura 6b, quadro 21). Os dados do IEA (quadro 22) já indicam uma tendência mais definida de crescimento a partir de 1960/64.

No caso da mamona uma tendência persistente de crescimento pode ser detectada na figura 6b e quadro 21 (dados do IBGE), a partir de 1940/44, após drástica queda no quinquênio anterior. Segundo os dados do IEA (quadro 22) essa tendência, muito fraca, restringe-se à última década. Os dados são por demais discrepantes e não encontramos elementos para esclarecer qual dos comportamentos é mais aderente à realidade.

Amendoim e mamona são produtos que merecem estu



6. b. - Rendimento Médio de Amendoim, Soja, Mamona e Milho nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1979.

Anuário Estatístico do Brasil - IBGE (dados básicos).

dos mais detalhados visando caracterizar técnicas eventualmente geradas e adotadas, bem como seus possíveis efeitos sobre os rendimentos. As evidências disponíveis parecem-nos insuficientes para sustentar quaisquer conclusões.

Passaremos a analisar agora o esforço de pesquisa e o comportamento do rendimento dos produtos domésticos, com ênfase nos alimentos básicos.

Podemos verificar na figura 6b que o rendimento do milho, após oscilações entre 1931/34 e 1945/49 mostra-se estável até 1955/59, passando então a crescer com persistência e certa intensidade em São Paulo.

Esse comportamento reflete o esforço de pesquisa dirigido ao milho, que ostenta o maior número de artigos publicados sobre produtos domésticos, com um volume já apreciável desde os anos 30. Pelos dados do quadro 30 verificamos que a cultura foi submetida a intenso trabalho de melhoramento desde longa data, apresentando também grande número de pesquisas sobre adubação, que passam a ser mais enfatizadas a partir de 1955/59, em sequência à maior concentração de pesquisas sobre melhoramento. Estudos sobre pragas e doenças, e sobre práticas culturais surgem com menor intensidade, e pesquisas mais básicas em maior proporção apenas no último quinquênio.

QUADRO 30

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE MILHO, SEGUNDO A NATUREZA DA PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	8	7	4	6	8	3	3	-	1	5	45
Adução e calagem	-	1	-	1	-	1	14	22	5	4	4	51
Práticas culturais	-	2	1	-	5	1	1	2	2	5	4	23
Pragas e doenças	-	1	2	1	-	7	2	5	4	7	5	34
Pesquisas biológicas básicas	-	2	-	-	2	-	-	3	5	2	12	26

A sequência melhoramento-adubação, bem caracterizada, sugere a hipótese de que o aproveitamento do potencial produtivo dos híbridos desenvolvidos impunha a necessidade de conhecimentos mais sólidos sobre adubação, reconhecidamente uma prática complementar importante para o aumento da produtividade. Coincidência ou não, foi após esse trabalho que o rendimento do milho tomou caminho ascendente.

É interessante discorrer um pouco mais sobre o melhoramento do milho. Esse trabalho começa nos anos 30 com o melhoramento da variedade Armour pelo Instituto Agrônomo, que na mesma época inicia a obtenção de híbridos, usando como base material genético local e também de origem externa (aliás, diversas variedades americanas tinham sido já introduzidas na década de 20). A difusão dos híbridos ocorre a partir dos anos 40. Dessa época até fins da década de 60 uma sucessão de híbridos foi lançada, sempre com maior potencial. É importante destacar também a contribuição da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" na criação de variedades durante esse período. Mais recentemente firmas privadas passaram a produzir e comercializar uma série de híbridos que também vêm sendo bastante difundidos. Para todo esse trabalho de melhoramento sempre

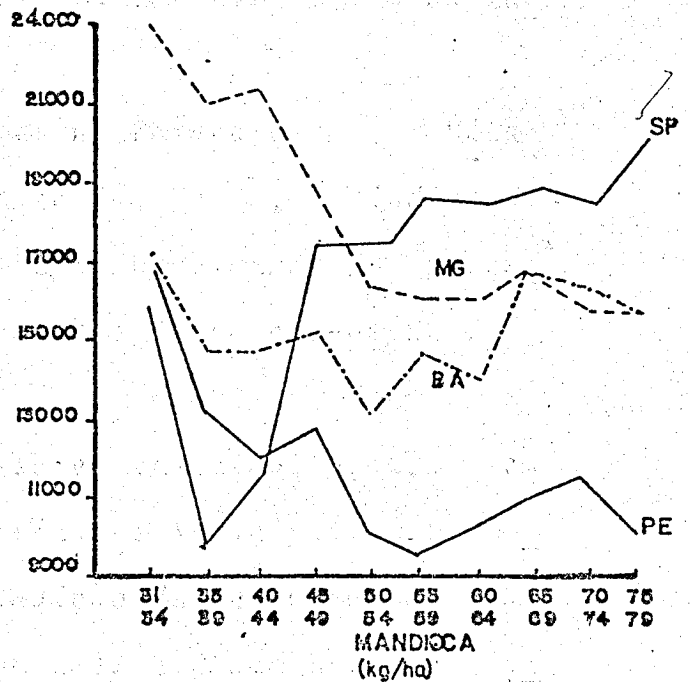
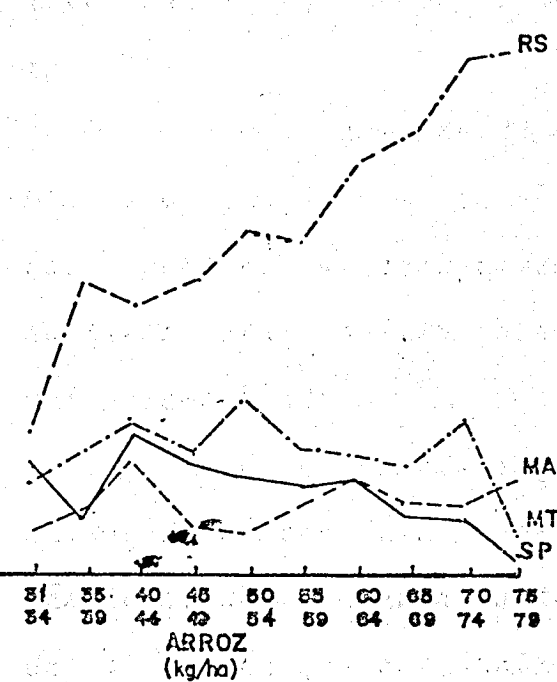
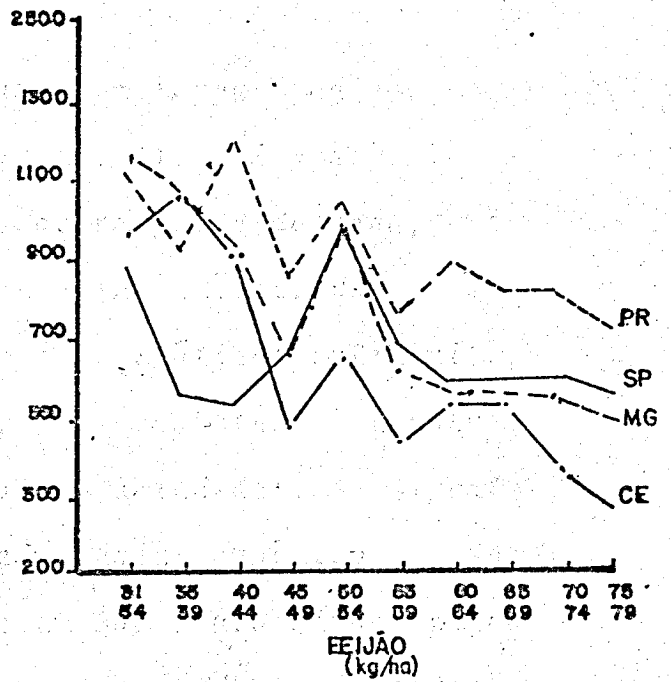
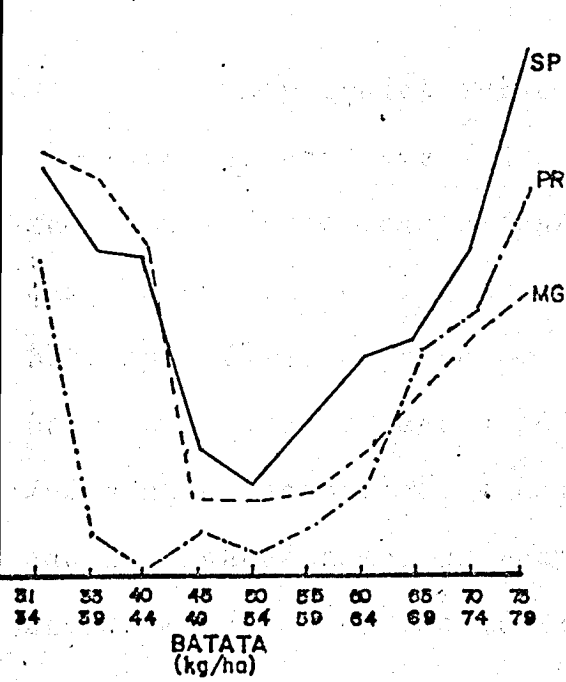
contribuiu a importação de conhecimentos, como indicado por Melo (1980) ⁽¹⁾.

Em síntese, parece bem estabelecido que a pesquisa realizada em São Paulo sobre milho aumentou o potencial produtivo da cultura, embora só em período mais recente ele esteja sendo melhor aproveitado.

O comportamento da produtividade do milho no Paraná é muito semelhante ao observado em São Paulo, sugerindo que aquele estado tenha se beneficiado com a pesquisa desenvolvida pelas instituições paulistas. Isso deve ter ocorrido, uma vez que o esforço local de pesquisa foi muito pequeno, segundo Silva, Fonseca & Martin (1980). Em contrário, e segundo os mesmos autores, um programa de pesquisa de certa magnitude foi desenvolvido em Minas Gerais, mas aparentemente teve pouco efeito sobre a evolução da produtividade do milho.

Dirigindo a atenção para a batata, que detém a segunda colocação quanto ao número de publicações, constatamos que seu rendimento, reproduzido na figura 6c, apresenta forte movimento descendente no período 1931/34 - 1950/54. Daí em diante cresce sempre e rapidamente.

⁽¹⁾ Para mais informações ver Garcia, Ruas & Vencovsky (1980).



RA 6. c. - Rendimento Médio de Batata, Feijão, Arroz e Mandioca nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1979

: Anuário Estatístico do Brasil - IBGE (dados básicos).

A pesquisa sobre batata tem longa tradição em São Paulo e, conforme dados do quadro 31, foi preponderantemente dirigida para o controle de pragas e doenças, às quais a cultura é sabidamente muito suscetível. Houve, também, apreciável esforço em adubação e práticas culturais, bem como na área de melhoramento. Esse trabalho envolveu introdução, competição e criação de variedades. A importação de conhecimento, na forma de material genético, foi sempre importante. Na realidade em São Paulo ainda predominam as variedades estrangeiras, através da importação de batata-semente. Parece certo, todavia, que a pesquisa teve contribuição não desprezível para o desempenho da cultura (1).

O rendimento da batata no Paraná e em Minas Gerais mostra a mesma tendência de São Paulo, indicando que importação de conhecimentos e provavelmente a pesquisa feita pelas instituições paulistas favoreceu-os de modo muito semelhante.

O feijão classifica-se em terceiro lugar, em termos do número de artigos publicados sobre produtos do mesticos. Não tem entretanto tradição de pesquisa. O quadro 32 mostra que o trabalho com essa cultura é muito re

(1) Algumas informações adicionais podem ser obtidas em Couto (1980).

QUADRO 31

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE BATATA, SEGUNDO A NATUREZA DA PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969 - 1974	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	1	1	1	3	3	1	2	4	-	-	16
Adução e calagem	-	-	1	-	1	3	3	16	3	2	-	29
Práticas culturais	-	-	5	2	5	4	3	10	5	-	-	34
Pragas e doenças	1	2	5	7	2	13	9	17	10	8	2	76
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	1	-	1	1	1	2	3	2	11

QUADRO 32

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE FEIJÃO, SEGUNDO A NATUREZA DA PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	-	-	2	-	-	-	3	3	1	6	15
Adubação e calagem	-	-	-	-	-	-	-	1	26	3	4	34
Práticas culturais	-	-	-	-	-	-	1	1	3	4	3	12
Pragas e doenças	-	-	-	4	1	-	1	8	10	8	2	34
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	-	-	-	4	5	5	10	24

cente, podendo-se considerar o quinquênio 1960/64 como marco de seu início. Atinge um máximo em 1965/69 para logo se reduzir nos períodos seguintes. As pesquisas dominantes referem-se a adubação, práticas culturais e pragas e doenças. Todavia no último quinquênio apreciável número delas aparece nas áreas de genética e melhoramento, e de pesquisas biológicas básicas, e esse é um fato que em princípio indica possibilidades de avanço no futuro. Não há indícios de importação de conhecimentos favorecendo a pesquisa com feijão.

O fato de a pesquisa ser tão recente parece ser importante fator explicando o declínio do rendimento do feijão em São Paulo, ilustrado na figura 6c. O que sucedeu aqui repetiu-se nos demais estados, que não contaram com maior suporte de pesquisa, conforme mostram Silva, Fonseca & Martin (1980).

Há indicações, felizmente, de que um processo de mudança dessa situação está em marcha em São Paulo. Assim, ao examinar os rendimentos calculados pelo IEA (quadro 22) notamos que indicam direção divergente dos levantados pelo IBGE (quadro 21 e figura 6c) a partir de 1960/64. No período 1960/64 - 1970/74 o índice de rendimento do IBGE mantém-se relativamente estável, caindo um pouco no último quinquênio. Em contrário, o índice do IEA cresce continua

damente, com um ganho de rendimento de 40% entre 1960/64 e 1975/79. Esses dados parecem ser mais coerentes com a realidade, segundo técnicos que têm acompanhado a evolução da cultura. A questão merece uma discussão mais detalhada.

É provável que parte do aumento de rendimento detectado para o Estado seja devido a mudança na localização da cultura. De fato ela sofreu um processo de concentração na Região de Sorocaba, perdendo importância relativa as demais regiões do Estado. Sabe-se que as condições climáticas são relativamente mais favoráveis naquela região, que sempre apresentou rendimentos mais elevados. Isso, porém, não é tudo. No início dos anos 70 foi introduzida na região a variedade Carioca, testada e submetida a seleção no Instituto Agrônomo. Essa variedade apresentava potencial 30% superior à das variedades então cultivadas e estima-se que atualmente ocupa 80% da área plantada ⁽¹⁾. Simultaneamente, expandiu-se a aplicação de fertilizantes e defensivos. Como resultado o rendimento do feijão nessa região cresceu 17% entre 1965/69 (antes da introdução da variedade Carioca) e 1975/79. Essas evidências sugerem que a pesquisa começa a contribuir para a recuperação da cul

⁽¹⁾ As informações baseiam-se em Almeida; Leitão Fº & Miyasaka (1971) e Secretaria da Agricultura / Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (1981)

tura do feijão em São Paulo. É certo, contudo, que os resultados são muito modestos, comparativamente a outros produtos, particularmente exportáveis.

O volume de pesquisas sobre arroz, medido por meio das publicações, é algo menor que no caso do feijão. Maior número de artigos aparece nas categorias de pragas e doenças, práticas culturais, e adubação. Melhoramento e pesquisas básicas foram aparentemente áreas menos estudadas. A pesquisa rizícola é também pouco densa até 1954/59. São a partir de 1960/64 encontramos um volume mais substancial de trabalhos. Importação de conhecimentos não parece ter sido importante. Em que pese o pequeno número de pesquisas publicadas sobre genética e melhoramento, Germek & Banzatto (1976) historicam o lançamento de uma série de variedades com crescente potencial produtivo, apropriadas a plantio de sequeiro ⁽¹⁾.

A figura 6c mostra que o rendimento do arroz em São Paulo vem caindo desde 1940/44. Isso indica um gargalo tecnológico que a pesquisa não foi capaz de remover. O elevado risco associado a eventuais deficiências hídricas, característico da cultura, parece não ter sido atenuado. Ao

⁽¹⁾ Blumenschein & Guazzelli (1980) consideram a criação e adaptação de variedades como a maior contribuição da pesquisa à cultura do arroz.

QUADRO 33

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE ARROZ, SEGUNDO A NATUREZA DA

PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	-	1	1	-	-	-	2	-	1	1	6
Adubação e calagem	-	-	-	-	1	-	1	3	3	6	1	15
Práticas culturais	-	1	3	-	1	2	1	6	3	4	1	22
Pragas e doenças	-	-	-	1	1	6	-	4	3	9	11	35
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	1	-	1	-	1	4	1	3	11

contrário, variedades mais produtivas provavelmente o aumentam, a menos que sejam também mais resistentes à seca, o que aparentemente ainda não foi conseguido. Essa parece ser uma explicação plausível para São Paulo e outros estados que cultivam arroz de sequeiro, onde as variedades paulistas vêm se difundindo. Esse quadro contrasta com o observado no Rio Grande do Sul, onde predomina o arroz irrigado. Já, como resultado de um bem orientado programa de pesquisas, que se reflete no apreciável número de publicações referido por Silva, Fonseca & Martin (1979), o rendimento cresce durante todo o horizonte analisado.

Entre os alimentos básicos, mandioca foi um dos que recebeu menor atenção da pesquisa. Apresenta, entretanto, maior número de artigos que arroz, feijão e trigo até 1950/54. Concentração de pesquisas sobre melhoramento caracteriza o quinquênio 1940/44. Por essa época foram também realizados muitos estudos sobre pragas, doenças e práticas culturais (quadro 34).

A julgar pela evolução do rendimento (figura 6c) tais pesquisas devem ter sido importantes. A brusca redução observada entre 1931/34 e 1935/39 é rapidamente compensada. Atinge-se então um patamar por volta de 1945/49, que perdura até o presente, com pequena elevação em 1974/79.

QUADRO 34

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE MANDIOCA, SEGUNDO A NATUREZA DA

PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	-	-	5	-	-	-	-	2	-	1	8
Adubação e calagem	-	-	-	-	-	2	2	-	3	-	1	8
Práticas culturais	2	2	1	1	2	1	-	-	1	1	1	12
Pragas e doenças	-	-	2	8	6	1	1	1	3	1	1	24
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	1	-	1	-	2	-	-	1	5

É interessante observar que recuperação semelhante não ocorreu nos estados de Minas Gerais, Bahia e Pernambuco, tendo entretanto se verificado em menor escala no Rio Grande do Sul.

O trigo praticamente começa a ser estudado em São Paulo nos anos 60. As informações sobre pesquisa (quadro 35) e rendimento (figura 6d) são insuficientes para maiores comentários, mas não indicam resultados positivos até o presente. De qualquer modo, variedades lançadas a partir de 1965 foram importantes para o estabelecimento da cultura ⁽¹⁾.

Passando dos alimentos básicos para as hortaliças e frutas, verificamos que o tomate foi beneficiado por amplo conjunto de pesquisas, o contrário ocorrendo com a cebola. Dominam no caso do tomate os estudos sobre pragas e doenças. Em cebola a pesquisa praticamente restringe-se às práticas culturais e ao controle de moléstias. Com respeito ao tomate notamos uma dinamização das pesquisas a partir de 1950/54 (quadros 36 e 37).

O rendimento do tomate acompanha a intensificação da pesquisa. O da cebola aumenta lentamente de 1945/49 até 1970/74 e cresce explosivamente no último período. Cer

¹⁾ Sobre a pesquisa tritícola ver Tomásini (1980).

QUADRO 35
NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE TRIGO, SEGUNDO A NATUREZA DA PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	-	-	-	-	1	-	1	-	3	3	8
Adução e calagem	-	-	-	-	-	-	1	-	4	9	6	20
Práticas culturais	4	-	2	-	1	-	1	3	-	-	1	12
Pragas e doenças	-	-	-	-	1	-	1	1	2	2	2	9
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	3	10

QUADRO 36

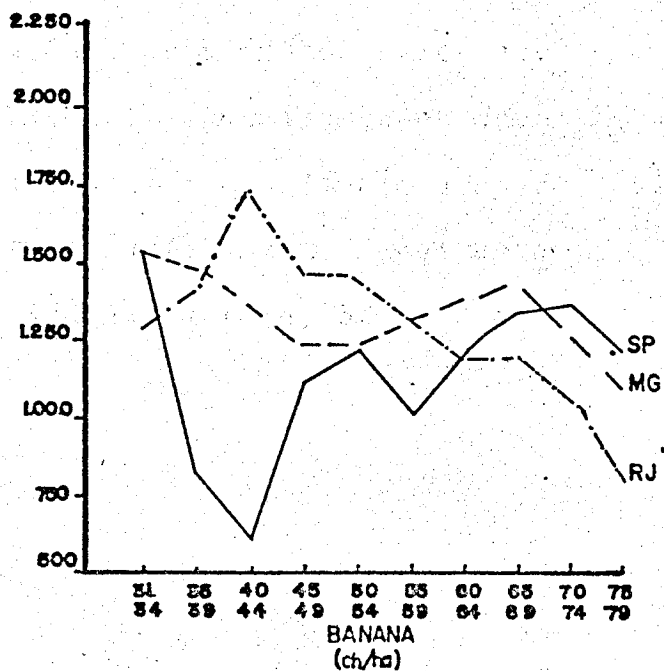
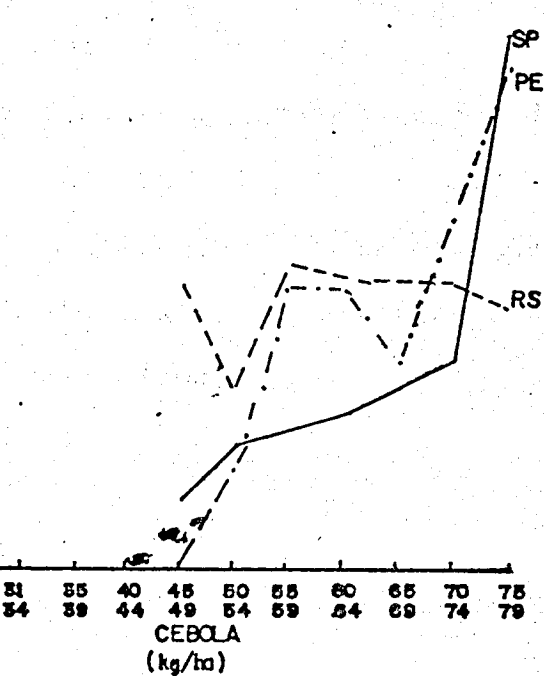
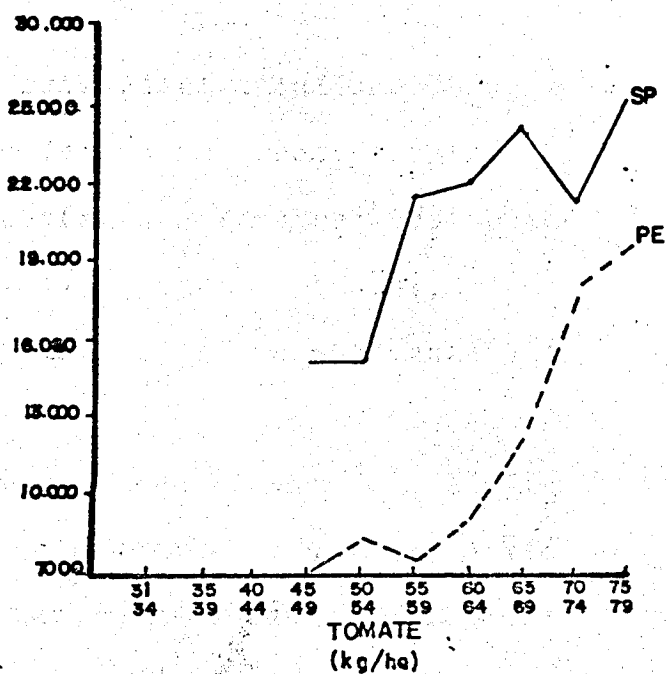
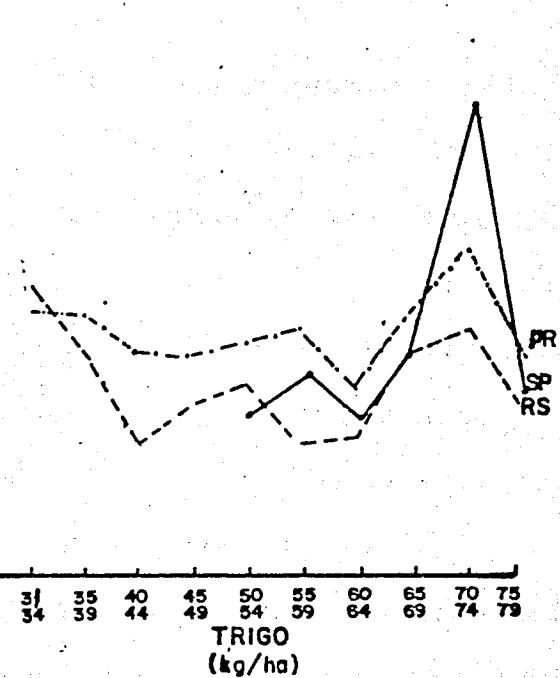
NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE TOMATE, SEGUNDO A NATUREZA DA PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	-	-	-	-	2	1	-	1	1	-	5
Adução e calagem	-	-	-	-	-	-	-	3	2	3	-	8
Práticas culturais	-	-	-	-	1	1	-	1	-	3	1	7
Pragas e doenças	1	-	4	5	4	11	2	14	10	6	9	66
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	2	2	1	1	3	2	11	22

QUADRO 37

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE CEBOLA, SEGUNDO A NATUREZA DA PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Adubação e calagem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Práticas culturais	-	-	-	1	1	2	1	2	4	-	-	11
Pragas e doenças	1	-	-	-	1	3	1	1	1	2	1	11
Pesquisas biológicas básicas	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2



6 d. - Rendimento Médio de Trigo, Tomate, Cebola e Banana nos Principais Estados Produtores, Brasil, 1931-1979

Anuário Estatístico do Brasil - IBGE (dados básicos).

tamente a pesquisa contribuiu para esses resultados. Importação de conhecimentos ocorreu também em ambos os casos. A duplicação de rendimento da cebola no último período parece decorrer da expansão da irrigação (por aspersão), do uso de sementes híbridas importadas e do aprimoramento das práticas culturais ⁽¹⁾.

Finalmente, a pesquisa sobre banana foi limitada e dirigida para o contrôle de pragas e doenças e práticas culturais. Os dados sobre rendimentos são totalmente divergentes. Segundo o IBGE (figura 6d e quadro 21) ocorreu drástica queda de 1931/34 a 1940/44, seguida de recuperação, flutuando o rendimento num patamar de 1950/54 em diante. Não obstante, segundo o IEA o rendimento cresce contínua e intensamente até 1975/79. Esse comportamento deve refletir em parte resultados da pesquisa mas também o aproveitamento de várzeas mais férteis, antigamente menos aproveitadas, e o surgimento da variedade nanição, bem mais produtiva.

(1) Agradecemos essas informações, colhidas de Paulo Augusto Wiesel, do Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 38

NÚMERO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS SOBRE BANANA, SEGUNDO A NATUREZA DA

PESQUISA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1925-1979

Período	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	Total
	1929	1934	1939	1944	1949	1954	1959	1964	1969	1974	1979	
Genética e melhoramento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adubação e calagem	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	3
Práticas culturais	-	-	-	-	1	-	-	2	1	5	-	9
Pragas e doenças	-	1	3	1	-	2	4	2	1	3	8	25
Pesquisas bioló- gicas básicas	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	4	7

6.3 - Implicações Econômicas

É chegado o momento de sintetizar os resultados da análise desenvolvida até aqui, para então discutir suas implicações econômicas.

Mostramos que o esforço de pesquisa dirigido aos produtos exportáveis foi muito mais intenso que o voltado para os produtos domésticos. Este fato, já conhecido anteriormente, fica reforçado pelas evidências mais amplas aqui apresentadas, em termos do número de produtos e do horizonte de tempo considerado ⁽¹⁾. Evidenciamos, por outro lado, que o esforço de pesquisa sobre produtos domésticos atingiu, de modo relativamente equilibrado, o grupo dos alimentos básicos e o grupo das hortaliças e frutas. Claramente, ambas as constatações são importantes, tanto do ponto de vista do crescimento agrícola como dos efeitos distributivos a ele associados.

Comprovamos, também, a existência de uma estreita relação entre o esforço de pesquisa e a evolução do rendimento das culturas. Nessa análise procuramos sempre considerar o papel da importação de conhecimentos, seja como

⁽¹⁾ Contribuíram para esse diagnóstico os trabalhos já mencionados de Pastore, Dias & Castro (1976), Melo (1980) e Silva, Fonseca & Martin (1979, 1980).

insumo para o desenvolvimento da pesquisa seja como diretamente utilizável pela agricultura. Ao relacionar pesquisa e rendimento, procuramos investigar a questão de defasagem entre o trabalho científico e seus resultados. Constatamos que ela é sempre de magnitude apreciável, em alguns casos particularmente longa, de modo que os produtos que passaram a ser pesquisados mais recentemente ainda não tiveram condições para apresentar resultados mais significativos.

Em consequência de um maior esforço e com uma longa tradição de pesquisa, os produtos exportáveis experimentaram ganhos de rendimentos mais expressivos que os produtos domésticos, de um modo geral. Claramente, o pior desempenho foi o dos produtos alimentares básicos. Aliás, entre estes, alguns apresentaram rendimentos estáveis ou em declínio.

Quais as consequências desta situação? De um lado a oferta agrícola agregada cresceu menos do que poderia ter crescido com um melhor desempenho dos produtos domésticos. De outro, a composição da produção, modificando-se em favor dos exportáveis, contribuiu para o surgimento (ou agravamento) de um problema de suprimento de alimentos com implicações distributivas.

Naturalmente esse processo - que não se restringe

giu a São Paulo mas espalhou-se por todo o país, com efeitos mais graves em algumas regiões, foi induzido por diversos fatores, entre os quais enfatizamos as condições favoráveis do mercado internacional nos primeiros anos 70 ⁽¹⁾ e, também, a opção por um esforço exportador de produtos agrícolas como forma de compensar os "choques" do petróleo em 1973/74 e 1979/80, bem como a decisão de substituir derivados de petróleo por álcool de cana-de-açúcar ⁽²⁾.

Todavia, nem aquelas forças externas (preços internacionais) nem as internas (políticas comercial e energética) teriam produzido o acelerado processo de transformação por que passou a agricultura no período 1968-1980 na ausência de adequado suporte tecnológico. De outra parte, esse processo teria ocorrido de modo mais equilibrado caso os produtos alimentares básicos dispusessem de apoio tecnológico semelhante ao que estava disponível para as culturas de exportação.

Em outras palavras, o progresso tecnológico ocorrendo no segmento exportador da agricultura melhorou sua rentabilidade relativa, criando condições para expansão

⁽¹⁾ O efeito do movimento de alta dos preços internacionais de produtos agrícolas foi fortalecido pela adoção da política de mini-desvalorizações cambiais em 1968.

⁽²⁾ Sobre o efeito do Proálcool na composição da produção agrícola em São Paulo ver Veiga, Gatti & Mello (1980).

são de sua produção, não apenas pelo aumento da produção por unidade de recurso primário (terra, trabalho), mas pela crescente absorção desses recursos pela agricultura de exportação (e energética), em detrimento daquela destinada à alimentação popular.

O resultado, bem diagnosticado por Melo (1982), foi uma redução da disponibilidade per capita de calorias e proteínas (provenientes dos alimentos mais tradicionais - arroz, feijão, batata, mandioca e milho), da ordem de 25% entre 1967 e 1979, compensado por algum aumento desses elementos a partir do açúcar e de produtos animais e de um ponderável aumento obtido via trigo, um produto crescentemente importado durante a última década.

Naturalmente, esse quadro acabou por provocar aumentos reais nos preços de alimentos, com efeitos regressivos sobre as camadas da população com mais baixas rendas, em cujos orçamentos os alimentos têm participação mais elevada. Melo (1982) fez uma tentativa de medir o impacto distributivo desse movimento de preços relativos, concluindo que em São Paulo, de 1967 a 1979, o aumento acumulado do índice de preços nominais de alimentos foi 10% superior para a classe de menor renda, comparativamente à de maior renda ⁽¹⁾. Chamando a atenção para o fato de que diversos

⁽¹⁾ No Nordeste a evolução foi muito pior, com a diferença alcançando 33%.

fatores contribuíram para esse resultado, ele enfatiza as inovações introduzidas na cultura da soja como um importante fator tecnológico afetando o processo.

Com efeito, não se tem notícia de outro desenvolvimento tecnológico que tenha sido capaz de provocar tão amplas transformações em tão curto intervalo de tempo. Não obstante, é possível que o efeito conjugado de avanços tecnológicos menos dramáticos, mas ocorrendo simultaneamente em diversas culturas, possa ter tido efeito semelhante. As evidências que apresentamos, mostrando tantos casos de progresso tecnológico entre produtos exportáveis (café, laranja, cana-de-açúcar e algodão, além da soja) apontam nesse sentido.

Creemos ser muito difícil separar a contribuição específica do progresso tecnológico diferenciado na distribuição da renda real, que depende de um processo complexo onde interagem múltiplos fatores. Mais difícil ainda seria isolar a participação do progresso em cada cultura. De qualquer forma, entretanto, parece certo que em alguma medida o progresso técnico desequilibrado vem prejudicando os consumidores, particularmente os de baixa renda. Além disso, parece igualmente certo que venha também gerando efeitos distributivos entre categorias de produtores, discriminando contra os que se dedicam a atividade

des não beneficiadas por inovações, especialmente no caso daqueles que em decorrência de sua dotação de recursos e outras condições sócio econômicas encontram dificuldades para mudar de atividade.

Caracterizado esse quadro, a questão que naturalmente se coloca refere-se às alternativas que poderiam ser pensadas para modificá-lo. Julgamos isso essencial, pois produtos como o arroz, o feijão, o milho e o trigo ocupam uma posição muito importante no suprimento interno de alimentos e por isso torna-se imperioso elevar seus níveis de produtividade. É claro que esse é um problema em escala nacional mas que afeta diretamente a economia paulista e que poderá ser pelo menos atenuado dentro das fronteiras do estado, ainda que ele permaneça um importador líquido de alimentos. Por outro lado, além das vantagens que eventualmente aproveitarão aos consumidores paulistas, é possível que ganhos sejam internalizados pelos produtores e esse já seria um motivo bastante forte para se perseguir a modernização e o aumento da produtividade no setor de alimentos básicos. Não devemos esquecer, também, que um esforço nesse sentido, alcançando sucesso em São Paulo, poderá eventualmente se reproduzir em outros estados com condições semelhantes, e nesse caso os consumidores em geral

acabariam beneficiados.

Ora, a busca de soluções para um problema impõe, antes, que ele seja bem compreendido. É necessário, pois, ter clareza sobre as causas que determinaram um padrão de pesquisa tão desbalanceado como o que prevaleceu em São Paulo (e no Brasil de um modo geral).

Numa perspectiva histórica de muito longo prazo, do Brasil - império, quando da implantação das ciências a grãrias no país, parece legítimo pensar que o predomínio dos interesses da metrópole, mesmo após a independência, possa ter sido um fator beneficiando a pesquisa dirigida a produtos de exportação. Isso parece ter ocorrido na grande maioria dos países colonizados, conforme evidências apresentadas por Pray (1982).

Essa situação prolongou-se por muito tempo, na medida em que o setor externo manteve sua importância na economia, e foi facilitada pelo fato de que a abertura de novas fronteiras agrícolas incorporava terras à produção de exportáveis mas ampliava simultaneamente a produção para o mercado interno, através de diferentes arranjos (cessão de terras para a produção de subsistência, plantio intercalar, etc., com a geração de excedentes).

O advento do processo de industrialização pode ter contribuído para a perpetuação dessa tendência, uma

vez que implicou crescente demanda de divisas, que forçosamente tinha de ser suprida via exportações agrícolas ⁽¹⁾. Assim, deve ter facilitado a alocação de recursos à pesquisa sobre produtos exportáveis.

Aparentemente, apenas com a emergência de um problema mais grave de abastecimento no final dos anos 40 e início dos anos 50, que provocou uma série de medidas de incentivo às atividades agrícolas ⁽²⁾, criaram-se condições capazes de induzir o sistema de pesquisa em São Paulo a se voltar, com alguma defasagem e grande timidez, para os produtos domésticos, segundo interpretação sugerida por Silva, Fonseca & Martin (1980).

Para uma compreensão mais apropriada desse processo entendemos ser muito importante a contribuição de Pastore, Dias & Castro (1976). Analisando a questão pela ótica dos modelos de inovação induzida, procuram esses autores explicar porque, face a uma evolução de preços relativos dos fatores favorável à modernização da agricultura, esta se processou em produtos exportáveis mas não atingiu

⁽¹⁾ É interessante observar que a história se repete e a partir de meados da década passada a necessidade de tornar o país mais ativo no mercado internacional de produtos agrícolas induziu um crescimento das pesquisas sobre exportáveis no conjunto do país, detectado por Silva, Fonseca & Martin.

⁽²⁾ A respeito da política agrícola nesse período ver Melo (1979).

os produtos domésticos. Para isso postulam condições adicionais necessárias a uma eficiente resposta da pesquisa às necessidades dos agricultores: concentração geográfica da produção, possibilidade de industrialização do produto e facilidade de transferência de tecnologia do exterior.

Dentro dessa perspectiva, a concentração geográfica certamente favoreceu a maioria dos produtos exportáveis. A possibilidade de industrialização e a facilidade de transferência de tecnologia devem igualmente ter ajudado a todos, exceto o café. Entre os produtos domésticos por nós considerados, a batata certamente se beneficiou da concentração geográfica e da importação de conhecimentos, enquanto o milho, embora geograficamente disperso, contou com transferência de tecnologia e, no período mais recente, ganhou expressão como matéria-prima industrial. Já arroz e feijão não se beneficiaram de nenhuma dessas condições. Sua extrema dispersão geográfica (mesmo dentro do Estado), conforme Pastore, Dias & Castro (1976) deve ter prejudicado a eficácia da pesquisa por duas razões básicas. Em primeiro lugar, por dificultar a formação de grupos de interesse e portanto a interação eficiente entre agricultores e pesquisadores. Em segundo, por tornar mais complexa a tarefa da pesquisa, em decorrência da maior diversidade de condições ecológicas. A própria dispersão dos

consumidores constituiria fator negativo, pela dificuldade de articulação eficaz no sentido de exercer pressão sobre o governo capaz de levar a uma intensificação das pesquisas. Tomate, cebola são produtos que também se beneficiaram pela concentração da produção, importação de conhecimentos e, no caso do tomate, possibilidade de industrialização.

Para completar essa discussão, faremos algumas considerações adicionais relacionadas à influência das condições de demanda do produto sobre o correspondente progresso tecnológico. Fomos levados a especular sobre a questão ao perceber, analisando a história de um número apreciável de culturas, que aparentemente as que apresentam demandas mais elásticas ao preço e à renda experimentaram progresso mais acentuado. Quanto aos produtos exportáveis podemos considerar as respectivas demandas elásticas em comparação com as dos produtos de consumo interno. Com respeito aos produtos domésticos, algumas estimativas de suas elasticidades foram reunidas no quadro 39.

Desconsiderando o lado dos custos da pesquisa, parece intuitivo que seus benefícios tendem a ser maiores com demandas elásticas, uma vez que nesta circunstância os preços não tenderão a cair (ou cairão menos que no

QUADRO 39ELASTICIDADES DA DEMANDA DE ALGUNS PRODUTOS DOMÉSTICOS

<u>Produto</u>	<u>Elasticidade-preço</u>	<u>Elasticidade-renda</u>
Arroz	- 0,02	- 0,064
Feijão	- 0,16	- 0,350
Trigo (farinha)	- 0,54	0,764
Batata	- 0,17	0,608
Mandioca (farinha)	- 0,10	- 0,405
Cebola ¹	- 0,15	0,537
Tomate	- 0,18	0,203
Banana	- 0,14	- 0,188

Fonte: Elasticidades-preço da demanda extraídas de Alves (1981) e elasticidades-renda da demanda obtidas de Kirsten (1977).

caso de demandas inelásticas) como resultado de uma expansão da produção. Pesquisando a literatura, encontramos suporte para essa observação no trabalho de Binswanger (1978). Mostra esse autor que se a demanda foi inelástica, melhoramentos técnicos podem inclusive reduzir os lucros da indústria experimentando progresso tecnológico. Numa situação assim extrema seria inibido o esforço de inovação, caracterizando-se um "mecanismo de auto-controle" não apenas na difusão de novas técnicas, como proposto por Paiva (1971), mas mesmo em sua geração. Em outras palavras, percebendo a dificuldade de internalizar ganhos do progresso tecnológico, devido à queda de preços que lhe segue, setores produtivos com tais características exerceriam menor pressão sobre o sistema de pesquisa (¹). A questão envolve certa complexidade e sua discussão ultrapassa os limites definidos para esse trabalho, o que nos leva a encerrar aqui estes comentários.

Fechando toda a discussão, poderíamos concluir enfatizando a necessidade de o esforço de pesquisa ser melhor equilibrado, o que equivale a dizer que deve crescer a ritmo mais rápido no setor de produtos domésticos e principalmente de alimentos básicos. Caberia ao governo assumir ativamente o

(¹) É interessante lembrar um exemplo não agrícola: a produção de sal continua se fazendo por processos muito rudimentares até o presente.

papel de catalizador de todo o processo de modernização tec
nológica, promovendo e financiando o esforço de pesquisa,
criando e agilizando os mecanismos de transferência de co
nhecimentos para o setor produtivo.

7. CONCLUSÕES

Nosso objetivo neste trabalho foi avaliar a evolução da produtividade agrícola em São Paulo e a contribuição da pesquisa e da extensão rural para os ganhos mensurados, bem como, de modo geral, para o desenvolvimento da agricultura paulista. Exploramos dois aspectos, ambos importantes em termos de alocação de recursos públicos a essas atividades. Em primeiro lugar, investigamos o comportamento da produtividade dos recursos primários - terra e trabalho - e da produtividade total dos fatores de produção, procurando explicar esses ganhos de produtividade agrícola através dos investimentos públicos nas atividades de pesquisa e extensão rural. Em segundo lugar, descemos ao nível de culturas específicas e tentamos relacionar o comportamento dos respectivos rendimentos ao esforço de pesquisa dirigido a cada uma delas, medido por meio do número de artigos científicos publicados.

Constátamos elevado crescimento da produtividade agregada longo dos 25 anos cobertos pela análise. E verificamos que tais ganhos de produtividade estão diretamente relacionados aos investimentos públicos em pesquisa financiados pelo governo paulista. Não pudemos captar o efeito da extensão rural. Acreditamos que isso possa se explicar por li

mitações do modelo e dos dados utilizados, mas suspeitamos também que reflita algumas inadequações do serviço de extensão rural à evolução experimentada pela agricultura paulista.

Expansão dos investimentos em pesquisa, que vêm se realizando em níveis inferiores aos socialmente desejáveis é a primeira prescrição que emerge da análise para a formulação de política. Estudos mais aprofundados com respeito ao sistema de difusão de tecnologia e sua interação com o sistema de pesquisa e o sistema de produção é a segunda prescrição dessa parte de nosso estudo.

Com respeito ao comportamento do rendimento de culturas específicas, comprovamos profundas discrepâncias, com resultados mais favoráveis no caso dos produtos exportáveis, e dentre os produtos domésticos, no caso das hortaliças e frutas. Os produtos alimentares básicos apresentaram o pior resultado. Mostramos que, de um modo geral, o sucesso ou insucesso em conseguir ganhos de rendimento esteve diretamente relacionado ao esforço de pesquisa dirigido a cada produto.

Assim, a prescrição que se segue é a de reforçar a pesquisa sobre produtos alimentares, o que poderá beneficiar em alguma medida os consumidores, especialmente os de baixa renda, que foram prejudicados pelo mau desempe

inho dessas culturas, e também os produtores que a elas se dedicam. Enfim, deve-se procurar um melhor balanceamento do esforço de pesquisa, cabendo ao governo atuação catalizadora de todo o processo de modernização desse segmento essencial do setor agrícola.

AKINO, M. & HAYAMI, Y. Efficiency and equity in public research: rice breeding in Japan's economic development. American Journal of Agricultural Economics, Lexington, 57(1):1-10, 1975.

ALMEIDA, L.D.; LEITÃO FQ, H.F. & MIYASAKA, S. Características do feijão Carioca. Bragantia, Campinas, 30(1):XXIII, abr. 1971.

ALVES, E.R. de A. Fomento e extensão rural. In PASTORE, J. Agricultura e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, APEC-ABCAR, 1973. p. 231-239.

ALVES, E.R. de A. A Pesquisa e os Ganhos de Produtividade em Culturas Alimentares no Brasil. Brasília, EMBRAPA, 1981. 27p.

ALVES, E.R. de A. & PASTORE, J. Uma nova abordagem para a pesquisa agrícola no Brasil. Revista de Economia Rural, São Paulo, 15(1):235-256, 1977.

ALVES, E.R. & SCHUH, G.E. The economic evaluation of the impact of extension programs: a suggested methodology and an application to ACAR in Minas Gerais, Brasil.s.n. t. 32p.

AYER, H.W. & SCHUH, G.E. Social rates of return and other aspects of agricultural research: the case of cotton research in São Paulo, Brazil. American Journal of Agricultural Economics, Ithaca, 54(4):557-569, Nov. 1972.

BARROS, J.R.M. de & GRAHM, D.H. A agricultura brasileira e o problema da produção de alimentos Seminário sobre Economia da Tecnologia IPE/USP, São Paulo, Jun. 1978.

BARROS, J.R.M. de; PASTORE, A.C. & RIZZIERI, J.B. Partição dos índices de produtividade da terra entre os componentes tecnológico e alocativo. Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro 6(3):755-766, Dez. 1976.

BEHRENS, R. & HAEN, H. Aggregate factor input and productivity in agriculture: a comparison for the EC-member countries, 1963-76. European Review of Agricultural Economics, The Hague, 7(2): 109-146, 1980.

BINSWANGER, H.P. & RUTTAN, V.W. Induced Innovation Technology, Institutions and Development. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1978.

BLUMENSCHIEIN, A. & GUAZELLI, R.J. A contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento agrícola do arroz e feijão. Revista de Economia Rural, Brasília, 18(3): 435-446, Jul/Set. 1980.

BOYCE, J.K. & EVENSON, R.E. Agricultural Research and Extension Systems. Los Banos, University of the Philippines, Department of Agricultural Economics, 1975.

CARVALHO, C.H. Avaliação Econômica de um Serviço de Extensão Rural: O Caso da EMATER-MG em Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1976. 102p.

CARVALHO, L.C.C. Contribuição da pesquisa para a implantação e desenvolvimento da agroindústria canavieira. Revista de Economia Rural, Brasília, 18(3):519-535, Jul./Set. 1980.

CHACEL, J.M. Da permanência dos conceitos sobre o setor agrícola expostos nos ensaios sobre a Riqueza das Nações Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro, 31(1): 261-270, Jan./Mar. 1977.

CHRISTENSEN, L.R. Concepts and measurement of agricultural productivity. American Journal of Agricultural Economics. Lexington, 57(5):910-915, Dec. 1975.

COUTO, F.A.A. Algumas contribuições da pesquisa ao desenvolvimento da olericultura no Brasil. Revista de Economia Rural, Brasília, 18(3):507-517, Jul./Set. 1980.

CRUZ, E.R.; PALMA, V. & AVILA, A.F.D. Taxas de Retorno dos Investimentos da EMBRAPA: Investimentos Totais e Capital Físico. Brasília, EMBRAPA, 1982. 47p.

DENISON, E.F. The sources of economic growth in the United States and the alternatives before us. Washington, Committee for Economic Development, 1962.

DIAS, G.L. da S. Avaliação dos serviços de extensão rural: considerações gerais sobre o impacto econômico da extensão rural. In: ARAUJO, P.F.C. de & SCHUH, G.E. Desenvolvimento da agricultura: educação, pesquisa e assistência técnica. São Paulo, Pioneira, 1975. v. 2, p.207-238.

DIEWERT, W.E. Exact and superlative index numbers. Journal of Econometrics, Amsterdam, 4(2):115-145, 1976.

ENGLER, J.J. de C. O capital humano numa função de produção na agricultura de São Paulo, Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, 9(3):845-884, Dez. 1979.

EVENSON, R.E. The contribution of agricultural research to production. Journal of Farm Economics, 49(5):1415-1425, Dec. 1967.

EVENSON, R.E. & JHA, D. The contribution of agricultural research system to agricultural production in India. Indian Journal of Agricultural Economics, Delhi, 28 (4):212-230, Oct./Dec. 1973.

EVENSON, R.E. & KISLEV, Y. Research and productivity in wheat and maize. Journal of Political Economy, Chicago, 81(6):1309-1329, Nov./Dec. 1973.

EVENSON, R.E. & KISLEV, Y. Investment in agricultural research and extension: a survey of international data. Economic Development and Cultural Change, Chicago, 23 (3):507-521, 1975.

FALCON, W.C. The Green Revolution: Generations of problems. American Journal of Agricultural Economics, 52(5): 698-710, 1970.

FIBGE. Estudo Nacional da Despesa Familiar - ENDEF, Dados Preliminares, Despesas das Famílias, São Paulo. Rio de Janeiro, 1978.

FONSECA, M.A.S. da Retorno social aos investimentos em pesquisa na cultura do café. Piracicaba, USP/ESALQ, 1976. 149p. (Tese-Mestrado).

FREIRE, E.C.; MOREIRA, J. de A.N. & MEDEIROS, L.C. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento: o caso do algodão. Revista de Economia Rural, Brasília, 18(3):383-413, Jul./Set. 1980.

GARCIA, J.C.; RUAS, D.G.G. & VENCOSKY, R. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento do milho e do sorgo. Revista de Economia Rural, Brasília, 18(3):475-493, Jul./Set. 1980.

GEORGESCU-ROEGEN, N. Uma análise crítica da função de produção neoclássica. Revista de Teoria e Pesquisa Econômica, São Paulo, 1(1):11-35, Abr. 1970.

GEORGESCU-ROEGEN, N. Energy and economic myths. In Energy and Economic Myths: Analytical and Institutional Essays. New York, Pergamon, 1976. p.3-36.

GRILICHES, Z. The sources of measured productivity growth: U.S. agriculture, 1940-1960. Journal of Political Economy, Chicago, 71:331-346, Aug. 1963.

GRILICHES, Z. Research expenditures, education and the aggregate agricultural production function. The American Economic Review, Menasha, 54(6):961-974 Dec. 1964.

GUIMARÃES, M.K. Crédito Rural: Enfoques da Política Brasileira. Rio de Janeiro, Nobel, 1974.

AYAMI, Y. Growth and Equity: Is there a Trade-Off? 18th International Conference of Agricultural Economists, Jakarta, Aug./Sep. 1982.

AYAMI, Y. & RUTTAN, V.W. Agricultural Development: An International Perspective. Baltimore, Johns Hopkins, 1971 367p.

UFFMAN, W.E. Decision making: the role of education. American Journal of Agricultural Economics, Lexington, 56(1):85-97, Feb. 1974.

IGREJA, A.C.M. Análise Quantitativa da Agricultura Paulista, 1966-1977. São Paulo, SAA/IEA, 1982 (Relatório de Pesquisa - no prelo).

JHA, D. Economics of investments in organization of extension services in agriculture. Indian Journal of Agricultural Economics, Bombay, 35(1):46-48, Jan./Mar. 1980.

JOHNSTON, J. Econometric Methods. Tokio, McGraw-Hill-Kogakusha Ltd., 1972. 437p.

JORGENSON, D. & GRILICHES, Z. Explanation of productivity change. Review of Economic Studies, Cambridge, 34(3):99:249-284, July 1967.

KAGEYAMA, A.A. et alii Assistência Técnica Oficial à Agricultura Paulista. Campinas, UNICAMP/IFCH/DEPE, 1981
 (texto para discussão nº 6)

KASTER, M. & BONATO, E.R. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento: a pesquisa em soja. Revista de Economia Rural, Brasília, 18(3):415-434. Jul./Set. 1980.

KIRSTEN, J.T. Elasticidade - Renda da Demanda de Produtos Agrícolas: Um Ensaio Econométrico. São Paulo, USP/FEA/IPE, Abr. 1977 (Documento para Discussão).

KMENTA, J. Elements of Econometrics. New York, The Macmillan Company, 1971, 655p.

LOPES, R.S. Promoção humana e extensão rural, In: PASTORE, J. Agricultura e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, APEC-ABCAR, 1973. p. 240-250.

MAGUEREZ, C. Análise do Sistema Paulista de Assistência à Agricultura: Relatório de Estudo. Paris, Societé D'Aide Technique et de Cooperation, 1969. 140p.

MARX, K. O Capital, Rio de Janeiro, Editora Civilização Brasileira, 1968.

MATIELLO, J.B. & CARVALHO, F. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento: o caso do café. Revista de Economia Rural, Brasília, 18(3):495-505, Jul./Set. 1980.

MELO, F.B.H. de Agricultura brasileira: incerteza e disponibilidade de tecnologia. São Paulo, USP/FEA, 1978.

142p. (Tese de Livre-Docência)

MELO, F.B.H. de A Economia Política dos Preços de Alimentos no Brasil. São Paulo, USP/FEA/IPE, Jan. 1980. 59p.

(Trabalho para Discussão nº 34).

MELO, F.B.H. de A Agricultura nos Anos 80: Perspectivas e Conflitos entre Objetivos de Política. São Paulo, USP/

IPE, Mar. 1980. 61p. (Trabalho para Discussão nº 35).

MELO, F.B.H. de Disponibilidade de tecnologia entre produtos da agricultura brasileira. Revista de Economia Rural, Brasília, 18(20):221-249, Abr./Jun. 1980..

MELO, F.B.H. de Technological Change and Income Distribution: The Case of a Semi-open Less Developed Economy

18th International Conference of Agricultural Economists
Jakarta, Aug./Sep. 1982. 12p.

MELO, F.B.H. de Disponibilidade de Alimentos no Brasil e Impactos Distributivos. IPE/FEA/USP, São Paulo, fev. 1982 (Trabalho para discussão 44).

MELO, F.B.H. de Políticas de desenvolvimento agrícola no Brasil. In SAVAD, J. Resenhas de Economia Brasileira, São Paulo, Edição Saraiva, 1979, pp 45-116.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA/SUPLAN. Perspectivas da Produção, Abastecimento, Insumos e Serviços para a Agricultura Brasileira, Brasília, 1977, v. 1:

MORICCHI, L. Pesquisa e assistência técnica na citricultura: custos e retornos sociais. Piracicaba, USP/ESALQ. 1980. 84p. (Tese-Mestrado).

NADIRI, M.I. Some approaches to the theory and measurement of total factor productivity: a survey. The Journal of Economic Literature, Menasha, 8(4): 1137-1177, Dec. 1970.

PAIVA, R.M. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura. Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, 1(2):171-234 Dez. 1971.

PASTORE, A.C. Exportações agrícolas e desenvolvimento econômico. In: VEIGA, A. Ensaio sobre Política Agrícola Brasileira. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1979, p. 207-231.

PASTORE, A.C.; ALVES, E.R. de A.; RIZZIERI, J.A.B. A inovação induzida e os limites à modernização na agricultura brasileira. Revista de Economia Rural; 14(1):257-285, 1976.

PASTORE, J., DIAS, G.L. da S. & CASTRO, M.C. de Condicionantes da Produtividade da Pesquisa Agrícola no Brasil. Estudos Econômicos, São Paulo, 6(3):147-183, 1976.

PENNA, J.A. & MONTEIRO, A. A taxa de retorno da pesquisa e extensão agrícola do cacau brasileiro. Estudos Econômicos, São Paulo, 6(3):51-82, Set./Dez. 1976.

PATRICK, G.F. Fontes de crescimento na agricultura brasileira. In: CONTADOR, C.R. Tecnologia e Desenvolvimento Agrícola, Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1975, p.89-110. (Série Monográfica 17).

PESCARIN, R.M.C. Relações estruturais da demanda de fertilizantes no Estado de São Paulo. Piracicaba, USP/ESALQ, 1974 (Tese-Mestrado).

PRAY, C. Research and Technological Change in Foodgrains and Nonfoodgrains in Asia: The Colonial Heritage 18th International Conference of Agricultural Economists, Jakarta, Aug./ Sep. 1982. 14p.

RAMOS, A.A. Comportamento dos Técnicos Responsáveis pelas Casas da Agricultura do Estado de São Paulo, Quanto à Busca de Informação. Viçosa, UFV, 1973. 183p. (Tese-Mestrado).

REVISTA DE AGRICULTURA. Piracicaba, s.ed., 1926-1979.

RODRIGUES, O. Citricultura Paulista: História, Percalços, Progressos, Pesquisas no IAC, 1976.

SECRETARIA DA AGRICULTURA. Boletim da Agricultura, São Paulo 1925-1940.

SECRETARIA DA AGRICULTURA/COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. Pró-feijão, Campinas, 1981.

SECRETARIA DA AGRICULTURA/INSTITUTO AGRONÔMICO. Bragantia, Campinas, 1941-1979.

SECRETARIA DA AGRICULTURA/INSTITUTO AGRÔNOMICO. Boletim Técnico, Campinas, 1928-1940.

SECRETARIA DA AGRICULTURA/INSTITUTO BIOLÓGICO. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, 1928-1979.

SECRETARIA DA AGRICULTURA/INSTITUTO BIOLÓGICO. O Biológico, São Paulo, 1935-1979.

SECRETARIA DA AGRICULTURA/INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA: Desenvolvimento da Agricultura Paulista, São Paulo, 1972.

SECRETARIA DA AGRICULTURA/INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, Informações Econômicas, São Paulo (diversos números).

SECRETARIA DA AGRICULTURA/INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, Mercados Agrícolas, São Paulo (diversos números).

SCHUH, G.E. & ALVES, E.R. O Desenvolvimento da Agricultura no Brasil, Rio de Janeiro, APEC Editora, 1971.

SCHULTZ, T.W. A Transformação da Agricultura Tradicional, Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1965. 207p.

SHUMPETER, J.A. História da Análise Econômica, Rio de Janeiro, Editora Fundo de Cultura, 1964.

SILVA, G.L.S.P. da et alii. Um Modelo de Programação Linear Recursiva do Setor Agrícola Estado de São Paulo. São Paulo, SAA/IEA, 1982 (Relatório de Pesquisa - no prelo).

SILVA, G.L.S.P. da; FONSECA, M.A.S. da & MARTIN, N.B. Pesquisa e produção agrícola no Brasil. Agricultura em São Paulo. São Paulo, 26(2): 175-252, 1979.

SILVA, G.L.S.P. da; FONSECA, M.A.S. da & MARTIN, N.B. Os rumos da pesquisa e o problema da produção de alimentos: algumas evidências no caso de São Paulo. Revista de Economia Rural, Brasília, 18(1): 37-59, Jan./Mar. 1980.

SILVA, G.L.S.P. da; FONSECA, M.A.S. da & MARTIN, N.B. Investimento na geração e difusão de tecnologia agrícola no Brasil. Revista de Economia Rural, Brasília, 18(2): 327-338, Abr./Jul. 1980.

SILVA, J.G. da Progresso Técnico e Relações de Trabalho na Agricultura Paulista. Campinas, UNICAMP/IFCH/DEPE, 1980 (Tese - Doutorado).

SOLOW, R.M. Technical change and the aggregate production function. Review of Economics and Statistics, 39: 312-320, 1957.

THORNTWAITE, C.W. & MATHER, J.R. The Water Balance. Center-
ton, Laboratory of Climatology, 1955. 104p.

TOMASINI, R.G.A. Contribuição das ciências agrárias para
o desenvolvimento: o caso do trigo. Revista de Economia
Rural, Brasília, 18(3): 359-381, Jul./Set. 1980.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO/ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA
"LUIZ DE QUEIRÓZ" Anais da Escola Superior de Agricultu-
ra "Luiz de Queiróz". Piracicaba, 1944-1979.

VEIGA Fº, A. de A.; GATTI, E.U. & MELLO, N.T.C. de O Pro-
grama Nacional do Alcool e os Impactos na Agricultura
Paulista. São Paulo, Instituto de Economia Agrícola,
1980 (Relatório de Pesquisa).

A N E X O S

- 1 - INDICES AGREGADOS DE PRODUÇÃO
- 2 - INDICE AGREGADO DE USO DE FATORES DE PRODUÇÃO
- 3 - INDICES AGREGADOS DE PRODUTIVIDADE
- 4 - INVESTIMENTOS EM PESQUISA AGROPECUÁRIA E EM EXTENSÃO RU
RAL
- 5 - DEFICIÊNCIA HÍDRICA E GEADA
- 6 - PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS EM PESQUISA AGRÍCOLA
- 7 - RENDIMENTOS DAS PRINCIPAIS CULTURAS

1 - ÍNDICES AGREGADOS DE PRODUÇÃO

Os índices de produção foram calculados usando a fórmula de Fisher, com pesos variando a cada ano, sendo depois encadeados:

$$IQ_{01} = \sqrt{\frac{\sum p_0 q_1 \cdot \sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_0 \cdot \sum p_1 q_0}}$$

$$IQ_{0t} = IQ_{01} \cdot IQ_{12} \cdot IQ_{23} \cdots IQ_{t-1,t}$$

O índice de produção agropecuária engloba os 21 principais produtos vegetais e animais: café, laranja, tangerina, limão, banana, uva, cana-de-açúcar, soja, amendoim, algodão, mamona, milho, arroz, feijão, trigo, mandioca, batata, cebola, tomate, carne bovina e leite. O índice de produção pecuária abrange portanto apenas carne bovina e leite.

O índice de produtos exportáveis abrange café, citros, cana-de-açúcar, soja, amendoim, algodão e mamona. O índice de produtos domésticos agrega milho, arroz, feijão, trigo, mandioca, batata, cebola, tomate, banana, uva, carne bovina e leite. Por fim, o índice de produtos domésticos vegetais, abrange o conjunto acima com exclusão, evidentemente

te, dos de origem animal.

Os dados de produção e preço para todos os produtos foram fornecidos pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA). Publicados em Informações Econômicas (antigamente Mercados Agrícolas), revista mensal em que o IEA divulga suas estatísticas, esses dados estão também disponíveis, em forma de séries, na Central de Dados do IEA. Os índices construídos são apresentados no quadro A1 (¹).

(¹) Reconhecemos e agradecemos a colaboração de Heron C.E. do Carmo no trabalho de computação do índice de produção agropecuária.

ÍNDICES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1956-1980

continua

Ano	Produção agropecuária	Produção agrícola	Produção pecuária	Produtos exportáveis vegetais	Produtos domésticos vegetais	Produtos domésticos veg. e anim.
1956	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1957	119,7	124,7	103,8	125,9	122,0	112,7
1958	130,8	135,1	116,7	137,4	130,4	123,3
1959	148,9	159,9	117,2	177,5	131,3	124,1
1960	134,0	143,0	107,1	132,4	159,9	131,3
1961	146,6	161,4	108,5	157,6	165,3	134,3
1962	138,0	148,8	108,0	138,7	162,3	132,6
1963	155,0	176,2	103,1	157,5	202,5	147,7
1964	124,5	127,8	113,7	99,5	177,9	143,6
1965	181,9	211,3	114,0	193,6	218,3	159,7
1966	160,6	185,3	102,6	174,2	183,8	138,4
1967	166,2	191,3	106,9	157,0	224,2	156,6
1968	150,7	168,9	103,8	136,9	201,3	145,9
1969	152,4	166,7	112,0	153,6	161,9	135,5
1970	169,0	193,7	109,0	164,1	219,1	155,5
1971	183,2	212,9	113,6	203,7	187,7	147,5
1972	199,6	229,5	127,7	211,1	220,4	169,2

continuação

Ano	Produção agropecuária	Produção agrícola	Produção pecuária	Produtos exportáveis vegetais	Produtos domésticos vegetais veg. e anim.	Produtos domésticos
1973	186,8	207,9	130,1	188,0	205,7	165,3
1974	194,9	227,9	119,8	210,9	216,1	161,9
1975	176,8	199,6	118,9	187,1	184,6	150,0
1976	155,4	171,8	113,5	132,7	233,5	150,1
1977	213,9	256,3	112,4	238,9	217,1	143,8
1978	216,7	257,7	117,4	248,1	195,6	140,0
1979	239,9	295,7	116,0	276,1	245,0	154,0
1980	244,9 145	300,5 155	120,0	276,8	258,0	160,6

2 - ÍNDICE AGREGADO DE USO DE FATORES DE PRODUÇÃO

O índice agregado de uso de fatores de produção foi também construído segundo a fórmula de Fisher, com pesos variando a cada ano, sendo depois encadeado. Segue-se uma descrição dos procedimentos usados para obter as séries de uso e custo de fatores que serviram de base à construção do índice. Essas séries são reproduzidas ao final no quadro A2. O índice agregado de uso de fatores, juntamente com outros índices de uso de fatores utilizados no texto, é apresentado no quadro A3.

Grande parte dos dados utilizados têm como fonte o IEA. Quase sempre são dados publicados. Nesse caso podem ser encontrados em Informações Econômicas (antigamente Mercados Agrícolas), revista mensal através da qual o IEA divulga suas estatísticas. A maior parte desses dados, na forma de séries, está também disponível na Central de Dados do IEA. Fazemos essa explanação para evitar repetir a cada passo a mesma fonte. Mencionaremos expressamente e eventual utilização de dados não publicados, mas colocados à nossa disposição pelo IEA.

Terra - O fator terra foi obtido somando-se a área cultivada de cada cultura. Não incluímos a área com pastagens por

que terra com pasto foi considerado como um único fator de produção. Os dados de área cultivada são do IEA. O arrendamento (ou aluguel) de terra refere-se a terra de cultura e ao mês de novembro, tendo sido igualmente fornecidos pelo IEA no período 1968-1980. No período 1964-1967 o arrendamento foi estimado a partir do preço da terra, também do IEA. De 1956 a 1963 o aluguel da terra foi estimado aplicando-se simplesmente o Índice Geral de Preços ao valor do arrendamento em 1964.

Trabalho - O fator trabalho (serviços) foi obtido por processo indireto, devido à inexistência de dados sobre dias efetivamente trabalhados. Para tanto, multiplicamos a área cultivada pelo número de trabalhadores ocupados por unidade de área e o resultado pelo número de dias de trabalho por ano. O IEA forneceu a área cultivada. Quanto à relação trabalhadores por unidade de área, nos anos de 1950, 1960 e 1970 foi calculada usando dados de pessoal ocupado dos Censos Agrícolas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e no ano de 1980 foi estimada com dados do IEA. Ajustamos o dado censitário de 1950, devido à discrepância de sua data de referência em relação aos demais dados, usando um coeficiente de sazonalidade do emprego calculado com base em dados do IEA, levantados durante a

década de 70. Esses dados não estão publicados mas foram cedidos pela Divisão de Levantamentos Estatísticos do IEA. Finalmente, com base nas relações trabalhadores ocupados por unidade de área assim obtidas, foram feitas interpolações para todos os demais anos. O número de dias de trabalho por ano foi definido a partir de alguns registros contábeis de fazendas, mantidos pela Divisão de Economia da Produção do IEA (dados não publicados). A série de salário refere-se a trabalhador diarista (média dos valores de abril e novembro) e sua fonte também é o IEA.

Animais de Trabalho - O fator animais de trabalho inclui burros, cavalos e bois de tração. Devido à falta de dados sobre serviços e por ser extremamente difícil estimá-los, assumimos sua plena utilização. O custo de capital anual foi fixado em 10% do preço do animal, admitindo-se uma vida útil média de 10 anos. A fonte dos dados sobre animais de trabalho foi o IEA para o período 1962-1980. O dado de 1960 é do Censo Agrícola do IBGE. A partir desse dado e do correspondente ao Censo de 1950 calculamos a taxa média de crescimento no decênio, que foi utilizada para compor a série no período 1956-1959. Em 1961, 1967 e 1973 os dados foram interpolados usando-se médias dos anos contíguos e em 1980 foi repetido o dado de 1979. O preço de animais de

trabalho refere-se especificamente a burro de tração e sua fonte é o IEA para o período 1966-1980. Aplicando ao preço de 1966 o índice de preço de animais de produção e trabalho, calculado pelo próprio IEA, reconstruímos a série de preço no período 1956-1965.

Tratores - Serviços de tratores foram obtidos por caminho in direto, devido à inexistência de dados sobre dias de traba lho efetivo. Uma "proxi" foi construída usando a área arada com tratores e assumindo, com base nos coeficientes técnicos de outras operações, que o uso total de serviços de tratores corresponde ao dobro dos requeridos para arar o solo. A área arada com tratores foi obtida a partir da área cultivada com culturas anuais (incluindo cana-de-açúcar), fornecida pelo IEA, e da proporção dessa área arada com tratores. Essa pro porção foi obtida a partir dos resultados de levantamento es pecífico que o IEA vem realizando desde 1963 com o objeti vo de caracterizar o perfil tecnológico da agricultura pau lista. Os dados referentes ao período 1963-1968 foram extraí dos de IEA (1972). As proporções relativas a 1971, 1972, 1975, 1976 e 1980 não estão publicadas mas foram fornecidas pela Divisão de Levantamentos Estatísticos do IEA. Interpola ções foram feitas nos anos de 1969, 1970, 1973, 1974, 1977,

1978 e 1979. Por inexistência de dados, o mesmo procedimento mostrou-se inviável no período 1956-1962. Foi por isso adotado outro processo de cálculo. Estimamos o número de tratores em cada ano, a partir da taxa média de crescimento calculada entre 1950 e 1963, para os quais dados do Censo Agrícola do IBGE e do IEA estavam disponíveis. A série de tratores assim obtida foi então multiplicada pela relação hectares arados por trator vigente em 1963 (segundo dados do IEA) completan-do-se então a série de área arada com trator para todo o pe-ríodo 1956-1980. O preço do serviço de aração foi fornecido pelo IEA no período 1967-1980. A partir do preço de 1967 e de um índice especialmente construído, com base em índices de preços de máquinas e equipamentos e de combustíveis e lu-brificantes, calculados pelo IEA, foi possível estimar os preços de aração para o período 1956-1966.

Fertilizantes - O fator fertilizantes refere-se a adubos mi-nerais contendo nitrogênio, fósforo e potássio e foi medido em toneladas. Os dados foram extraídos de Pescarin (1974) du-rante o período 1956-1974. Entre 1974 e 1980 foram estimados a partir do consumo aparente na Região Centro-Sul, fornecido pelo Sindicato da Indústria de Adubos e Colas do Estado de São Paulo (SIACESP) e da proporção do consumo de São Paulo no consumo total da região, conforme SUPLAN (1977). Os pre

ços de adubos nitrogenados, fosfatados e potássicos, a partir dos quais um preço médio ponderado foi calculado, foram fornecidos pela Divisão de Comercialização do IEA.

Culturas Permanentes - Incluem café, laranja, tangerina, limão, uva, banana e cana-de-açúcar. O custo de capital anual no caso das cinco primeiras culturas foi fixado em 5% do custo de formação de cada uma, com base em sua vida produtiva. Pela mesma razão, no caso da banana e da cana-de-açúcar o custo de capital anual foi fixado em 10% e 22% dos respectivos custos de formação. IEA foi a fonte das áreas cultivadas. Custos de formação foram obtidos junto à Divisão de Economia da Produção do IEA. No caso do café tais custos estavam disponíveis no período 1963-1980. Para citros no intervalo 1965-1980. Para cana-de-açúcar no período 1961-1980. No caso da banana entre 1972 e 1980. Quanto à uva não houve deficiência de dados. As lacunas entre 1956 e o início de cada série foram fechadas aplicando-se índices de custo especificamente construídos para cada cultura, com base em índices de salários e de preços de insumos calculados pelo IEA, ao primeiro custo de formação disponível.

Pastagens - Incluem pastagem natural e cultivada. De 1962

a 1980 as áreas de pastagem foram fornecidas pelo IEA. Entre 1956 e 1961 foram estimadas usando-se dados dos Censos Agrícolas do IBGE de 1950 e 1960 como bases para interpolação. Dados sobre aluguel de pasto (cultivado) para o período do 1969-1980 foram também fornecidos pelo IEA. No período 1956-1968 foram estimados a partir do aluguel vigente em 1969 e do índice de preço de animais de produção e trabalho, calculado pelo IEA. Assumimos que o aluguel de pasto natural corresponde à metade do aluguel da pastagem cultivada, tendo em conta sua menor capacidade de suporte.

Rebanho - Inclui gado de corte e de leite, vacas, touros, novilhas, bois, garrotes e bezerrinhos. IEA foi a fonte dos dados sobre rebanho de 1962 a 1980. No período 1956-1961 o rebanho foi estimado através de interpolação, com base nos dados dos Censos Agrícolas do IBGE de 1950 e 1960. A composição do rebanho foi fornecida pelo IEA para o período 1972-1980. Para o período 1956-1971 foi mantida a composição de 1972. Os preços das diversas categorias, usados para calcular o preço médio ponderado do rebanho, foram fornecidos pelo IEA no período 1970-1980. No período 1956-1969 o preço médio ponderado do rebanho foi estimado a partir do preço vigente em 1970 e do índice de preço de animais de produção e trabalho calculado pelo IEA.

QUADRO A2

QUANTIDADES E CUSTOS DE FATORES DE PRODUÇÃO USADOS NA AGRICULTURA, ESTADO DE SÃO PAULO,

1956-1980

continua

Ano	Terra		Trabalho		Trator		Animais		Fertilizantes	
	1.000ha	Cr\$/ha	1.000di	Cr\$/dh	1.000ha	Cr\$/ha	1.000at	Cr\$/at	1.000t	Cr\$/t
1956	4.982	1,13	392.480	0,063	450	1,31	990	0,53	98	4,30
1957	4.768	1,29	366.080	0,076	552	1,63	995	0,52	121	4,29
1958	5.068	1,46	379.060	0,082	703	1,97	1.001	0,63	148	4,74
1959	4.881	2,01	355.520	0,107	859	2,86	1.006	0,86	136	6,09
1960	5.371	2,59	380.600	0,110	1.174	3,49	1.011	1,52	169	7,34
1961	5.413	3,55	375.100	0,171	1.473	4,85	1.058	2,17	150	14,46
1962	5.428	5,39	367.840	0,254	1.920	6,96	1.105	3,32	168	25,97
1963	5.685	9,45	376.420	0,398	2.406	12,27	1.194	4,47	192	45,55
1964	5.487	18,00	356.180	0,814	2.443	22,34	1.092	7,51	175	81,83
1965	5.919	33,60	375.100	1,547	2.941	38,64	1.142	13,30	182	171,05
1966	5.342	46,80	331.540	2,071	2.835	46,82	1.060	21,28	154	180,57
1967	5.360	56,40	325.380	2,538	2.957	59,12	982	22,44	220	178,04
1968	5.335	70,25	316.800	3,700	3.039	66,64	904	25,64	253	216,46
1969	5.165	93,20	299.860	4,155	2.901	93,76	796	32,81	320	253,11
1970	5.677	104,85	322.300	5,650	3.287	103,30	687	42,95	426	276,52
1971	5.867	137,00	329.120	7,040	3.394	123,96	647	52,69	504	347,87
1972	5.763	180,00	318.340	9,360	3.394	157,94	622	72,27	593	432,86
1973	5.194	306,00	283.360	11,900	3.172	198,34	572	101,17	670	574,24
1974	5.529	397,00	298.100	18,250	3.444	240,20	522	149,00	750	1.420,09
1975	5.256	504,00	279.840	23,750	3.377	332,00	493	198,65	625	1.668,53
1976	5.559	759,83	292.380	34,050	3.692	420,00	423	253,14	799	1.775,43
1977	5.534	986,00	287.320	54,000	3.591	557,60	466	404,27	976	2.306,03
1978	5.904	1.447,00	302.720	72,450	3.845	744,00	434	603,78	954	3.044,97
1979	5.993	2.160,00	303.160	106,310	3.877	959,60	497	961,96	1.043	4.812,37
1980	5.996	5.220,00	299.420	206,950	3.932	1.923,80	497	2.137,91	1.268	12.411,83

continuação

Ano	Rebanho		Café		Céttos		Cana-de-açúcar		Banana	
	1.000cab.	Crt\$/cab.	1.000ha	Crt\$/ha	1.000ha	Crt\$/ha	1.000ha	Crt\$/ha	1.000ha	Crt\$/ha
1956	6.630	0,34	1.651	2,28	38	0,47	334	3,44	80	2,97
1957	6.755	0,33	1.575	2,61	46	0,54	380	3,95	79	3,41
1958	6.880	0,40	1.584	2,95	60	0,62	414	4,45	75	3,84
1959	7.005	0,54	1.552	4,20	67	0,88	429	6,27	78	5,25
1960	7.131	0,95	1.478	5,40	81	1,14	410	8,06	60	6,77
1961	7.587	1,36	1.386	7,28	95	1,53	471	10,88	51	9,17
1962	8.049	2,08	1.203	11,07	101	2,33	489	12,29	36	13,94
1963	9.103	2,80	999	19,63	111	4,14	515	16,84	33	20,98
1964	8.867	4,70	806	50,58	113	8,06	569	24,05	40	44,59
1965	8.333	8,32	928	62,46	123	13,67	695	91,18	44	74,90
1966	8.557	13,31	904	70,76	103	13,36	688	113,69	36	78,32
1967	8.720	15,79	860	93,39	112	16,48	652	136,24	36	97,45
1968	10.282	17,07	831	106,31	121	28,38	627	159,40	38	124,09
1969	9.012	20,05	831	125,43	156	32,09	633	272,60	28	145,67
1970	9.356	26,92	828	184,14	189	65,07	757	337,70	25	181,65
1971	9.876	40,09	843	203,48	213	71,31	823	373,67	26	229,91
1972	10.382	51,94	843	240,90	293	67,71	819	425,80	28	295,06
1973	9.864	73,34	734	286,29	353	105,73	802	443,42	32	281,33
1974	9.537	99,80	800	462,25	430	195,54	870	548,13	32	373,68
1975	11.105	95,92	800	480,20	437	248,76	885	1.093,20	34	498,71
1976	11.051	103,02	746	629,34	470	334,91	1.000	2.048,38	37	660,04
1977	10.708	131,47	895	1.473,37	458	578,91	1.085	4.106,54	41	970,83
1978	10.688	224,24	967	2.115,38	514	864,33	1.218	4.077,58	40	1.359,27
1979	10.841	512,08	1.015	2.847,42	571	1.267,56	1.285	5.887,59	38	2.236,48
1980	10.612	1.045,60	988	6.644,32	586	2.732,06	1.358	11.653,99	40	4.428,28

Ano	Uva		Pasto artificial		conclusão	
	1.000ha	Cr\$/ha	1.000ha	Cr\$/ha	Pasto natural 1.000ha	Cr\$/ha
1956	-	-	4.311	0,77	5.037	0,38
1957	-	-	4.422	0,74	5.051	0,37
1958	-	-	4.537	0,90	5.065	0,45
1959	-	-	4.655	1,24	5.080	0,62
1960	-	-	4.777	2,17	5.094	1,08
1961	-	-	4.901	3,11	5.108	1,55
1962	-	-	4.840	4,75	5.614	2,37
1963	-	-	5.355	6,40	5.622	3,20
1964	-	-	6.970	10,74	5.228	5,37
1965	-	-	5.779	19,04	5.476	9,52
1966	-	-	7.817	30,44	5.333	15,22
1967	-	-	7.924	36,11	4.994	18,05
1968	-	-	8.031	39,06	4.665	19,53
1969	-	-	7.565	45,87	4.721	22,93
1970	-	-	7.696	59,11	4.074	29,55
1971	-	-	7.535	96,94	4.623	48,47
1972	9	792,44	7.923	114,80	3.777	57,40
1973	9	1.068,27	8.035	158,13	4.318	79,06
1974	9	1.313,93	7.298	277,21	4.217	138,60
1975	8	2.252,46	6.840	315,16	3.763	157,58
1976	8	3.478,89	6.509	488,10	3.737	244,05
1977	8	4.602,74	6.360	619,90	3.783	309,95
1978	8	7.438,08	6.429	922,70	3.662	461,35
1979	8	10.266,60	6.539	1.354,68	3.431	677,34
1980	9	16.086,88	6.603	2.636,35	2.944	1.318,17

INDICES DE USO DE FATORES NA AGROPECUÁRIA, ESTADO DE SÃO

PAULO, 1956-1980

continua

Ano	Terra com culturas anuais, perm. e pastagens	Terra com culturas anuais e permanentes	Terra com pastagens	Trabalho	Animais de trabalho
1956	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1957	99,4	95,7	101,3	93,3	100,5
1958	102,4	101,7	102,6	96,6	101,1
1959	102,0	98,0	103,9	90,6	101,6
1960	106,4	107,8	105,2	97,0	102,1
1961	107,6	108,6	108,3	95,6	106,9
1962	110,8	108,9	111,4	93,7	111,6
1963	116,3	114,1	117,0	95,9	120,6
1964	123,4	110,1	130,0	90,7	110,3
1965	119,8	118,8	119,9	95,6	115,4
1966	129,0	107,2	140,1	84,5	107,1
1967	127,5	107,6	137,7	82,9	99,2
1968	125,8	107,1	135,3	80,7	91,3
1969	121,8	103,7	130,9	76,4	80,4
1970	121,7	113,9	125,4	82,1	69,4
1971	125,8	117,8	129,5	83,8	65,4
1972	121,9	115,7	124,7	81,1	62,8
1973	122,4	104,2	131,6	72,2	57,8
1974	118,9	111,0	122,7	75,9	52,7
1975	110,7	105,5	113,0	71,3	49,8
1976	110,3	111,6	109,2	74,5	42,1
1977	109,4	111,1	108,1	73,2	47,1
1978	111,6	118,5	107,5	77,1	43,8
1979	111,4	120,3	106,2	77,2	50,2
1980	108,5	120,3	101,7	76,3	50,2

continuação

Ano	Culturas permanentes	Rebanho	Fertilizantes	Tratores	Fatores agregados
1956	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1957	98,9	101,2	123,5	122,7	96,4
1958	101,4	103,8	151,0	156,2	100,4
1959	101,1	105,7	138,8	190,9	97,3
1960	96,5	107,6	172,4	260,9	102,9
1961	95,2	114,4	153,1	327,3	104,0
1962	87,0	121,4	171,4	426,7	105,0
1963	78,8	137,3	195,9	534,7	110,0
1964	72,7	133,7	178,6	542,9	108,0
1965	85,1	125,7	185,7	653,6	113,1
1966	82,3	129,1	157,1	630,0	108,2
1967	78,9	131,5	224,5	657,1	108,0
1968	76,9	155,1	258,2	675,3	107,9
1969	78,4	135,9	326,5	644,7	103,4
1970	85,5	141,1	434,7	730,4	111,2
1971	90,6	149,0	514,3	754,2	114,8
1972	94,7	156,6	605,1	754,2	114,0
1973	91,8	148,8	683,7	704,9	106,9
1974	101,8	143,8	765,3	765,3	110,1
1975	102,9	167,5	637,8	750,4	104,9
1976	107,5	166,7	815,3	820,4	109,9
1977	118,3	161,5	995,9	798,0	111,2
1978	130,6	161,2	973,5	854,4	116,8
1979	138,7	163,5	1.064,3	861,6	118,8
1980	141,7	160,1	1.293,9	873,8	119,7

3 - INDICES AGREGADOS DE PRODUTIVIDADE

Os índices agregados de produtividade da terra (global, na agricultura e na pecuária) e de produtividade do trabalho (global) foram calculados pelo quociente dos correspondentes índices agregados de produção (Fisher encadeados, com ponderações variando a cada ano) por índices simples de terra e de trabalho.

O índice de produtividade total dos fatores foi obtido pelo quociente do índice agregado de produção agropecuária pelo índice agregado de uso de fatores (ambos Fisher encadeados, com ponderações variando a cada ano).

Todos os índices de produtividade são apresentados no quadro A4.

QUADRO A4

ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE NA AGROPECUÁRIA, ESTADO DE SÃO PAULO, 1956-1980

Ano	Produtividade total dos fatores	Produtividade da terra	Produtividade da terra		Produtividade do trabalho
			na agricultura	na pecuária	
1956	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1957	124,2	120,4	130,3	102,4	128,3
1958	130,3	127,7	132,8	113,7	135,4
1959	153,1	145,9	163,1	112,8	164,3
1960	130,2	125,9	132,6	101,8	138,1
1961	140,9	136,2	148,6	100,1	153,3
1962	131,5	124,5	136,6	96,9	147,3
1963	140,9	133,3	154,4	88,1	161,6
1964	115,3	100,9	116,0	87,4	137,2
1965	160,9	151,8	177,8	95,0	190,3
1966	148,4	124,5	172,8	73,2	190,0
1967	153,9	130,3	177,7	77,6	200,5
1968	139,6	119,8	157,7	76,7	186,7
1969	147,3	125,1	160,7	85,5	199,5
1970	151,9	138,9	170,0	86,9	205,8

continuação

Ano	Produtividade total dos fatores	Produtividade da terra	Produtividade da terra na agricultura	Produtividade da terra na pecuária	Produtividade do trabalho
1971	159,5	145,6	180,7	87,7	218,6
1972	175,0	163,7	198,3	102,4	246,1
1973	174,8	152,6	199,5	98,8	258,7
1974	176,9	164,0	205,3	97,6	256,9
1975	168,6	159,7	189,1	105,2	248,0
1976	141,4	140,9	153,9	103,9	208,6
1977	192,3	195,5	230,6	103,9	292,2
1978	185,6	194,1	217,4	109,2	281,1
1979	202,0	215,3	245,8	109,2	310,7
1980	204,6	225,7	249,7	117,9	321,0

4 - INVESTIMENTOS EM PESQUISA AGROPECUÁRIA E EM EXTENSÃO RURAL

Os investimentos em pesquisa agropecuária suportados pelo Governo do Estado de São Paulo, através da Secretaria da Agricultura, são realizados pelos Institutos Agrônomo, Biológico e de Zootecnia. ~~...~~ + ITRC, I Pesca, Floresta...
ISA

Os recursos destinados pelo governo estadual à extensão rural, através da mesma Secretaria, são utilizados pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, que presentemente concentra todas as atividades dessa natureza, anteriormente dispensas por várias unidades administrativas. Com respeito às atividades de extensão, devemos assinalar que o objetivo de estudar, tão especificamente quanto possível, o trabalho de difusão de inovações, levou-nos a tentar eliminar os gastos com outras atividades também desenvolvidas pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Nesse sentido foi possível deduzir o dispêndio com o denominado Programa de Sementes, que absorve expressivo volume de recursos, mas não foi viável separar os gastos com atividades de prestação de serviços e fiscalização.

Quanto às fontes de dados, no caso do Instituto Agrônomo durante os períodos 1927-1942 e 1955-1980 foram

utilizados os respectivos orçamentos. No período 1943-1954 os gastos foram interpolados usando-se a taxa geométrica de crescimento calculada a partir dos orçamentos de 1942 e 1955, pois durante esses anos o Instituto não teve orçamento próprio.

No caso do Instituto Biológico foi possível utilizar sempre seu orçamento, que se manteve independente desde 1927 até 1980. Todavia, foi necessário fracionar seus gastos, pois ao lado da pesquisa o Instituto desenvolveu no passado um trabalho de defesa sanitária associada a assistência técnica, nas áreas vegetal e animal. Durante o período 1927-1970 a distribuição foi feita com base na proporção do pessoal técnico engajado em pesquisa, calculada a partir das relações nominais de técnicos publicadas na contra capa de revistas do Instituto (1936 - 47%, 1946 - 58%, 1956 - 63% e 1966 - 63%). Após 1970 o orçamento passou a abranger apenas gastos com pesquisa, dispensando qualquer ajustamento.

O orçamento do Instituto de Zootecnia foi utilizado a partir de sua criação, em 1970. Antes, as atividades de pesquisa de sua competência estavam afetadas ao Departamento da Produção Animal. Assim, foi necessário decompor o orçamento desse órgão para dele extrair os recursos destinados à pesquisa. A participação da Divisão do Departamento

que deu origem ao Instituto de Zootecnia no orçamento global (35%) foi estimada a partir de informações fornecidas por ex-Diretores do Instituto de Zootecnia (¹).

Com relação à Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, seu orçamento foi utilizado no período 1969-1980. Os orçamentos das instituições que lhe antecederam permitiram compor uma série básica de gastos com extensão rural. No período 1927-1942 foi computado o orçamento da Diretoria de Inspeção e Fomento e no intervalo 1943-1968 foi considerado o orçamento do Departamento de Produção Vegetal. Para completar a série assim construída foram adicionados os gastos com assistência técnica realizados pelo Instituto Biológico e pelo Departamento da Produção Animal. Como já mencionamos, os recursos destinados à assistência técnica pelo Instituto Biológico foram separados do orçamento global através da proporção dos técnicos dedicados a essa atividade (1963 - 53%, 1946 - 42%, 1956 - 47% e 1966 - 47%). No caso do Departamento da Produção Animal a participação dos gastos com assistência técnica (25%) foi obtida como no caso da pesquisa.

Para transformar valores nominais em reais usamos

(¹) Agradecemos as informações prestadas pelo Dr. Alberto Alves Santiago e pelo Dr. Fuad Naufel.

deflator construído por encadeamento do Índice de Custo de Vida no Rio de Janeiro/MF (período 1927-1940) com o Índice de Custo de Vida em São Paulo/PMSP (período 1940-1944) e com o Índice Geral de Preços/FGV (período 1944-1979).

Ao concluir esta exposição devemos lembrar que através da Universidade de São Paulo o governo estadual contribuiu também para a pesquisa desenvolvida pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz". Todavia, essa parcela, menor em comparação com a destinada aos Institutos da Secretaria da Agricultura, não pôde ser considerada face à extrema dificuldade para repartir o orçamento entre despesas com ensino (dominantes) e despesas com pesquisa. O mesmo aconteceu com as novas escolas de agronomia criadas em Botucatu e Jaboticabal, vinculadas à Universidade Estadual Paulista, mas nesse caso o problema é inexpressivo visto que sua contribuição em termos de pesquisa é muito recente, não podendo afetar os resultados de nossa investigação.

Os procedimentos e dados aqui descritos foram utilizados anteriormente por Silva, Fonseca & Martin (1980). As séries então construídas, cobrindo o período 1927-1977, foram atualizadas para este estudo no período 1978-1980.

5 - DEFICIÊNCIA HÍDRICA E GEADA (1)

Deficiência hídrica constitui importante condicionante da produtividade agropecuária e define-se como a diferença entre a evapotranspiração potencial e a real.

A evapotranspiração potencial corresponde à água que seria necessária face às condições de evaporação do solo e transpiração das plantas. A evapotranspiração real corresponde à água que efetivamente se evapora do solo e transpira das plantas.

O confronto das curvas de precipitação e de evapotranspiração potencial pode indicar de forma adequada a disponibilidade de água. Para isso usa-se o método do balanço hídrico, que consiste em contabilizar a água no solo, num processo em que a chuva representa o abastecimento e a evapotranspiração a perda de água, considerando-se uma determinada capacidade de armazenamento de água no solo.

Para este estudo calculamos o balanço hídrico, de forma sequencial, seguindo o roteiro proposto por Thorntwaite & Mather (1955), assumindo uma capacidade de retenção de água pelo solo de 125 mm. A partir do balanço foi calculada a deficiência hídrica acumulada no período setembro-fevereiro, que se mostrou o mais crítico ao longo do ano (não

em termos da magnitude da deficiência mas de seus efeitos sobre a produtividade).

Para assegurar representatividade global, balanços e deficiências foram calculados para as 9 localidades que dispunham de registros meteorológicos abrangendo todo ou a maior parte do horizonte de tempo considerado. Essas localidades - Ribeirão Preto, Mococa, Colina, Limeira, Campinas, Bauru, Tietê, Pindorama e Araçatuba - cobrem praticamente todo o Estado. Para agregar as deficiências locais foi usada uma média ponderada, com base nas áreas cultivadas das regiões representadas por cada posto meteorológico.

Geadas constitui outro fenômeno com graves consequências sobre a produtividade agropecuária. É um evento de mensuração problemática devido às variações da área abrangida e da intensidade. Foram por isso consideradas apenas as geadas severas, abrangendo ampla área e afetando drasticamente o rendimento do café e eventualmente de outras atividades.

Os dados meteorológicos básicos foram obtidos no Instituto Agrônomo (IAC) e no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Reconhecemos e agradecemos a orientação dos climatologistas Altino A. Ortolani e Hilton S. Pinto, essencial para essa parte de nosso trabalho.

⁽²⁾ Agradecemos a ambas as instituições pelo fornecimento desses dados.

6 - PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS EM PESQUISA AGRÍCOLA

Diversos veículos de divulgação científica foram utilizados pelos pesquisadores agrícolas ao longo do período 1925-1979, coberto neste estudo. Segue-se uma descrição dos canais utilizados pelas diversas instituições.

De 1925 a 1940 os pesquisadores do Instituto Agrônomico publicaram resultados de suas pesquisas no Boletim da Agricultura (1925-1940), editado pela Secretaria da Agricultura, que aparentemente foi o primeiro veículo de divulgação dos trabalhos desenvolvidos naquele Instituto, que durante o mesmo período também publicou uma série denominada Boletim Técnico (1928-1940). Como meio adicional de divulgação, desde aquela época até o presente os pesquisadores do agrônomico valeram-se da Revista de Agricultura (1926-1979), editada por professores da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queirões". A partir de 1941 o Instituto Agrônomico passou a editar a revista Bragantia (1941-1979) que então se torna o veículo de sua principal produção científica.

Os meios de divulgação de maior importância para os pesquisadores do Instituto Biológico sempre foram suas revistas Arquivos do Instituto Biológico (1928-1979) e O Biológico (1935-1979).

Professores e pesquisadores da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queirões" no período 1925-1944 divulgaram seus trabalhos através do Boletim da Agricultura (1925-1979) e da Revista de Agricultura (1926-1979), esta última utilizada até o presente. A partir de 1944 passaram a publicar principalmente através dos Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queirões" (1944-1979).

Reconhecemos que outros veículos coexistiram com os mencionados ao longo do período analisado, mas a produção científica mais relevante seguramente está contida nas publicações selecionadas. No período mais recente é possível que se tenha perdido alguma informação divulgada através de novas revistas, especializadas em determinados produtos e disciplinas, e que não foram consideradas neste trabalho. Com base em informações colhidas junto a pesquisadores não acreditamos, todavia, que isso possa comprometer os resultados de nossa investigação. O mesmo podemos afirmar com respeito à produção científica que começa a emergir das novas escolas de agronomia criadas em Botucatu e Jaboticabal, vinculadas à Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", também mantida pelo Governo do Estado.

As informações extraídas do conjunto de publicações aqui descrito foram anteriormente utilizadas por Sil

va, Fonseca & Martin [1980]. Procedemos à sua revisão no pe
ríodo 1927-1977 e completamos os dados de modo a cobrir o
período 1925-1979.

7. RENDIMENTOS DAS PRINCIPAIS CULTURAS

Os rendimentos médios quinquenais das principais culturas, que deram origem aos índices apresentados nos quadros 21 e 22 são reproduzidos nos quadros A5 e A6, o primeiro baseado em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o segundo em dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO A5

RENDIMENTO DE CULTURAS SELECIONADAS, ESTADO DE SÃO PAULO, 1931-1979

continua

Período	Cafê (kg/ha)	Algodão (kg/ha)	Laranja ⁽¹⁾ (cx/ha)	Cana (t/ha)	Amendoim (kg/ha)	Soja (kg/ha)	Mamona (kg/ha)	Milho (kg/ha)
1931-34	505	717	367	40,5	-	-	-	1.325
1935-30	482	698	333	25,6	-	-	1.071	1.291
1940-44	441	728	305	32,8	-	-	740	1.429
1945-49	349	513 //	320	45,6	1.034	-	762	1.341
1950-54	336	390 //	353	47,0	1.011	-	825	1.372
1955-59	457	649	397	49,0	1.443	-	880	1.373
1960-64	607	1.011	383	54,0	1.348	1.144	954	1.456
1965-69	905	1.042	414	55,0	1.211	1.393	998	1.703
1970-74	1.481	1.386	461	57,0	1.338	1.511	1.111	1.930
1975-79	1.182	1.507	495	64,0	1.458	1.660	1.223	2.041

1980-83 ↓

1.0950
2.0000

dados Natis
PI Região
Sul

continuação

Período	Batata (kg/ha)	Feijão (kg/ha)	Arroz (kg/ha)	Mandioca (kg/ha)	Trigo (kg/ha)	Tomate (kg/ha)	Banana (ch/ha)	Cebola (kg/ha)
1931-34	11.700	873	1.510	16.200	-	-	1.510	-
1935-39	10.100	560	1.234	9.286	-	-	835	-
1940-44	10.052	533	1.656	11.696	261	-	583	-
1945-49	6.424	658	1.487	17.295	365	15.337	1.109	2.775
1950-54	5.706	998	1.425	17.689	719	15.520	1.197	3.859
1955-59	6.792	680	1.376	18.682	791	21.678	1.011	4.138
1960-64	8.177	580	1.396	18.507	706	22.142	1.206	4.489
1965-69	8.610	595	1.262	18.939	837	24.184	1.316	4.967
1970-74	10.317	584	1.246	18.489	1.305	21.453	1.336	5.482
1975-79	14.083	551	1.028	20.422	742	25.255	1.188	11.916

(¹) Laranja: Eliminou-se o ano de 1973.

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil - FIBGE (dados básicos).

QUADRO A6

RENDIMENTO DE CULTURAS SELECIONADAS, ESTADO DE SÃO PAULO, 1950-1979

continua.

Período	Café ⁽¹⁾ (kg/ha)	Algodão (kg/ha)	Laranja ⁽²⁾ (kg/ha)	Cana ⁽³⁾ (kg/ha)	Amendoim (kg/ha)	Soja ⁽⁴⁾ (kg/ha)	Mamona (kg/ha)	Milho (kg/ha)
1950-54	343	612	8.091	43.782	1.075	952	1.036	1.322
1955-59	425	882	8.309	45.983	1.275	1.089	1.009	1.139
1960-64	365	1.038	9.019	48.652	1.129	1.131	1.079	1.459
1965-69	620	1.383	10.751	52.740	1.246	1.438	1.018	1.676
1970-74	676	1.198	9.286	51.968	1.273	1.500	1.120	1.915
1975-79	598	1.455	11.684	61.416	1.458	1.660	1.202	2.035

continuação

Período	Batata (kg/ha)	Feijão (kg/ha)	Arroz (kg/ha)	Mandioca ⁽⁵⁾ (kg/ha)	Trigo ⁽⁶⁾ (kg/ha)	Tomate (kg/ha)	Banana (kg/ha)	Cebola (t/ha)
1950-54	6.082	585	1.306	14.837	-	14.295	6.958	3.553
1955-59	8.250	417	1.017	16.097	752	20.888	5.536	3.918
1960-64	10.477	390	1.068	16.847	841	25.621	10.881	4.410
1965-69	11.972	467	881	17.436	758	25.781	14.690	4.745
1970-74	11.783	493	1.107	17.636	1.241	21.861	16.813	5.833
1975-79	14.398	550	1.022	20.322	698	23.961	16.895	12.291

⁽¹⁾ Café: A partir de 1965, o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽²⁾ Laranja: A partir de 1978, o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽³⁾ Cana: A partir de 1976, o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽⁴⁾ Soja: Base - 1960/64 = 100.

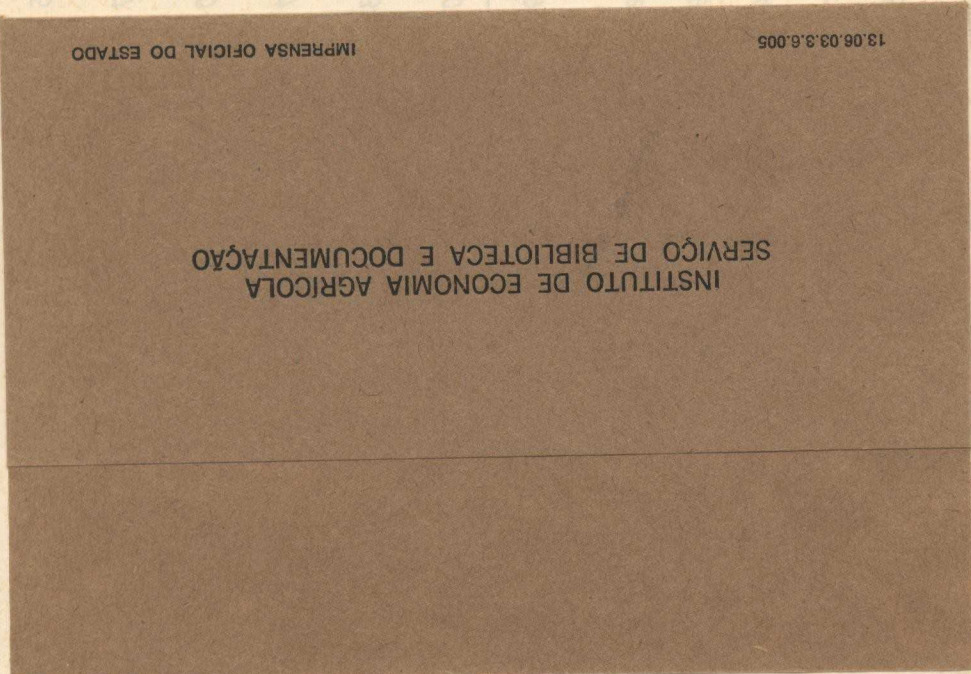
⁽⁵⁾ Mandioca: A partir de 1973, o rendimento foi calculado com base na área colhida.

⁽⁶⁾ Trigo: Base - 1955/59.

⁽⁷⁾ Banana: A partir de 1977, o rendimento foi calculado com base na área colhida.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (dados básicos).

1917-23	14.398	250	
1920-24	11.122	402	
1925-29	11.915	461	
1930-34	10.411	380	
1935-39	8.320	412	
1940-44	4.023	282	



INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA
SERVIÇO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO

IMPRESA OFICIAL DO ESTADO

83.491	19.892	15.591	
81.821	19.812	2.823	
82.181	14.990	4.142	
82.981	10.881	4.110	
80.888	2.226	2.818	
14.892	6.928	2.228	

Período (Anos) (kg/ha) (kg/ha) (kg/ha) (kg/ha) (kg/ha) (kg/ha) (kg/ha) (kg/ha)