

AGRICULTURA EM SÃO PAULO
Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola

Ano 37

Tomo 1

1990

CONTRIBUIÇÕES DA EDUCAÇÃO, PESQUISA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA PARA A ELEVAÇÃO DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA NA DÉCADA DE SETENTA (1)

José Roberto Vicente⁽²⁾
Evaristo M. Neves⁽³⁾
Maria Carlota M. Vicente⁽²⁾

Resumo

O objetivo deste trabalho foi o de mensurar as contribuições da educação, assistência técnica e pesquisa agrícola para a evolução da produtividade na agricultura brasileira, no período 1970-80. Foram utilizados basicamente, dados censitários de 1970, 1975 e 1980, ao nível de Estado. Os modelos foram ajustados por mínimos quadrados ordinários.

Pelos resultados obtidos, observou-se que os investimentos públicos e privados em educação, e os investimentos públicos em pesquisa e assistência técnica tiveram influência significativa sobre os ganhos de produtividade ocorridos no período. Os investimentos de maiores retornos marginais seriam os efetuados em pesquisa agrícola, seguidos dos em assistência técnica e, por último, em escolaridade da população rural. Todavia, a variável utilizada para representar a educação é pouco adequada para captar o efeito alocativo.

Palavras-chave: produtividade agrícola; produtividade total de fatores; decomposição da produtividade.

CONTRIBUTIONS OF EDUCATION, RESEARCH AND EXTENSION TO THE PRODUCTIVITY OF THE BRAZILIAN AGRICULTURE IN THE SEVENTIES

SUMMARY

The objective of this paper was to measure the contributions of education, rural extension and agricultural research to the productivity of the Brazilian agriculture during the 1970-80 period. The analysis was based on data of the censuses of 1970, 1975 and 1980 at the state level. The models were adjusted through the ordinary least squares.

The results showed that public and private investments in education, and public investments in research and extension influenced significantly the productivity gains occurred in the period 1970-80. Estimates of the marginal returns suggest that the most profitable investments would be those directed to agricultural research, followed by those directed to rural extension and at last those related to rural population schooling. Nevertheless it was pointed out that the measure of education introduced in the model is not appropriate to capture the allocative effect of schooling.

Key-words: agricultural productivity; total factors productivity; productivity decomposition.

⁽¹⁾ Trabalho referente ao projeto SPTC 16-003/86. Os autores agradecem as sugestões de Gabriel L.S.P. da Silva, José F. de Noronha, Paulo F. Cidade de Araújo e Fernando C. Peres e a colaboração do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e do International Food Policy Research Institute (IFPRI). Trabalho baseado na tese de mestrado do primeiro autor. Recebido em 23/10/89. Liberado para publicação em 19/01/90.

⁽²⁾ Pesquisador Científico do Instituto de Economia Agrícola (IEA).

⁽³⁾ Professor do Departamento de Economia e Sociologia Rural da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

Agricultura em São Paulo, SP, 37(1):19-48, 1990.

1 - INTRODUÇÃO

No processo de desenvolvimento econômico, ao setor agrícola são normalmente atribuídas as funções de produzir alimentos e matérias-primas, liberar trabalhadores para os setores urbano-industriais, gerar poupanças e criar mercados para os produtos dos outros setores, além da obtenção de divisas para importação, via exportações de produtos agrícolas (JOHNSTON & MELLOR, 45). A partir de meados da década de setenta, a agricultura brasileira foi adicionalmente requerida no sentido de substituir petróleo por fontes renováveis de energia.

Embora situações de relativa abundância de terra e trabalho possam permitir a geração de excedentes agrícolas através da incorporação de novas áreas, a longo prazo, o atendimento das exigências colocadas sobre o setor passa a ser condicionado pela elevação da produtividade, que depende, por sua vez, do progresso tecnológico (4).

Desde o estudo pioneiro de SOLOW (73), o progresso tecnológico tem sido arrolado como determinante do desenvolvimento econômico, uma vez que os aumentos de produção observados não eram explicados pela proporcional utilização de fatores convencionais. Em meados da década de sessenta, esse conceito passou a ser aplicado diretamente à agricultura, reconhecendo-se o papel da pesquisa agrônômica para incrementos na produção e na produtividade, através da geração de novas técnicas produtivas em forma de conhecimentos diretamente aplicáveis à produção e de conhecimentos incorporados em fatores utilizados no processo produtivo (5). Também, nessa época, ganharam importância trabalhos evidenciando que a educação formal e a extensão rural aceleraram o processo de adoção de novas tecnologias pela habilitação da mão-de-obra e pela capacitação gerencial dos agricultores. Esse conceito, que permitiu incorporar variações qualitativas no fator trabalho, contribuiu para explicar parte considerável dos resíduos que se observava em estudos relacio-

nando crescimento de produtividade à utilização de fatores de produção ALVES (2).

Políticas objetivando elevações de produção e produtividade agrícolas podem basear-se no aperfeiçoamento de fatores estruturais, como educação e treinamento dos produtores, qualidade e quantidade dos serviços de pesquisa e extensão, posse da terra e relações de trabalho no meio rural. Podem também, basear-se em mecanismos de mercado, como disponibilidade e custo do crédito e produção de insumos e redução de incertezas sobre preços agrícolas através de preços mínimos de garantia SMITH (72).

Na década de setenta, o esforço de modernização da agricultura brasileira, dando continuidade ao processo iniciado na década anterior, baseou-se no emprego maciço de mecanismos de mercado, principalmente na política de crédito, conjugada à intensificação do uso de insumos modernos produzidos pelo setor urbano-industrial, e à expansão da fronteira agrícola (6).

Embora a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em meados da década de setenta, tenha dado passo notável para unificar os até então dispersos sistemas de pesquisa estaduais e, mesmo, federais, foi no campo da assistência técnica e extensão rural que o modelo de desenvolvimento adotado continuou concentrando esforços, em consonância com os mecanismos de mercado, como já efetuado na década de sessenta, para elevar a produtividade agrícola. Pressupunha-se, portanto, a existência de um estoque disponível e facilmente transferível, de tecnologia (7). Tal política parece ter atingido resultados bastante modestos em relação aos pretendidos, já que principal fonte de variação da produção da maior parte das culturas do País foi a área cultivada, conforme mostram, por exemplo os estudos de PATRICK (54), que analisou o período 1959-61 a 1967-69; de VERA FILHO & TOLLINI (77) que estudaram o período 1947-75; e de CUNHA & DAGUER (24), que trataram do período 1967-69 a 1977-79. Isso parece confirmar as colocações

(4) Para uma discussão detalhada, ver SILVA (66).

(5) Esses aspectos são melhor abordados por SILVA (65).

(6) Para uma análise desse processo ver ANJOS; YAMAGUSHI; CARVALHO (6).

(7) A esse respeito ver SILVA; FONSECA, MARTIN (71) e SILVA (65).

de SCHULTZ (62) sobre a especificidade locacional da tecnologia agrícola e a dificuldade de transferência entre países e entre regiões do mesmo país, de resto verificada em estudos de EVENSON & KISLEV (33, 34) e EVENSON & JHA (32).

Mesmo sem considerar as evidências mostradas por trabalhos internacionais⁽⁸⁾, a literatura desenvolvida no Brasil a esse respeito dá sinais de que a opção de privilegiar a extensão rural em detrimento da pesquisa e educação formal pode não ter sido a mais adequada: os investimentos em educação, em diversos estudos LANGONI (48), CASTRO (17), GIBBON (38), RIBEIRO (59), THAME; VICENTE; VICENTE (75), apresentaram elevadas taxas internas de retorno (entre 15% e 48%). PATRICK & KEHRBERG (55) estudando cinco áreas da região leste do Brasil, encontraram taxas de retorno negativas em duas delas, enquanto que nas três mais desenvolvidas, as taxas eram positivas e superiores a 25%.

Com relação à pesquisa, AYER & SCHUH (8) avaliaram em 90% o retorno social dos investimentos efetuados na cultura do algodão em São Paulo. Seguindo, basicamente, o mesmo método; FONSECA; ARAÚJO; PEDROSO (37) avaliaram em 23% a 25% o retorno social para a cultura do café; PENNA & MONTEIRO (56) em 60% a 79% a taxa para o cacau e MORICCHI; NEVES; ARAÚJO (51) em 18% a 27%, a taxa de retorno social da pesquisa em laranja. SILVA (65), trabalhando com índices de produtividade agregada para o Estado de São Paulo, estimou para o produto marginal da pesquisa um valor ao redor de 75. BARBOSA; CRUZ; ÁVILA (10) estimaram que a taxa interna de retorno dos recursos aplicados na EMBRAPA está entre 29% e 49%.

Já com relação à assistência técnica e extensão rural, os resultados são algo divergentes: ALVES & SCHUH (4) não chegaram a qualquer conclusão, tentando avaliar os efeitos dos programas de extensão rural em Minas Gerais sobre a eficiência técnica e econômica dos agricultores; DIAS (25) sugere efeitos positivos sobre a renda de produtores de baixo nível tecnológico. RIBEIRO & WHARTON Jr.(60) também

encontraram taxas positivas de retorno em Minas Gerais. PATRICK & KEHRBERG (55), no estudo anteriormente citado, encontraram taxas internas de retorno negativas e positivas, concluindo pela maior eficiência da extensão rural em áreas de agricultura tradicional. CARVALHO (16) encontrou taxas de retorno elevadas para as atividades de assistência técnica, todavia, como lembra SILVA (65) parte da hipótese insustentável de que sem os serviços de extensão os produtores não adotariam as novas técnicas geradas pela pesquisa. SILVA (65) não encontrou influência significativa dos investimentos em assistência técnica e extensão rural sobre a produtividade agrícola em São Paulo.

Esses estudos restringiram-se, por via de regra, a determinado produto, determinadas regiões ou, no caso da educação, normalmente à produtividade do trabalho; os efeitos das variáveis explicativas – educação, pesquisa e extensão – foram medidos geralmente de forma isolada, sem considerar as eventuais interações entre elas. Parece, portanto, que se justifica uma tentativa de generalizar essas conclusões ampliando a área, o conjunto de culturas e analisando concomitantemente as influências da pesquisa, extensão rural e educação formal, que é o que se tenciona neste trabalho.

A década de setenta é, particularmente, adequada para tal tentativa, pois como lembra SCHULTZ (63) em épocas de modernização acelerada, com a conseqüente mudança rápida das condições de produção, as habilidades pessoais em tratar com situações de desequilíbrio (e, em conseqüência, os serviços de pesquisa e de extensão, além da educação formal) adquirem importância muito maior.

2 – OBJETIVOS

O objetivo central deste estudo é a análise econômica da política de investimentos em educação, pesquisa e assistência técnica, dirigida ao meio rural brasileiro no período 1970-80. Especificamente, tenta-se, para o período em questão, mensurar e explicar as contribuições

⁽⁸⁾ A respeito de influências da educação na produtividade ver, por exemplo, GISSER (39), BECKER (11), SCHULTZ (62), BLAUG (13), WELCH (79), FANE (35), HUFFMAN (43) e LOOCKHEED (50); sobre pesquisa e extensão rural ver EVENSON (31), EVENSON & KISLEV (33 e 34), EVENSON & JHA (32), GRILICHES (40) e HAYAMI & RUTTAN (41)

desses fatores, no Brasil, para a evolução da produtividade agrícola.

3 - METODOLOGIA

A mensuração da produtividade foi efetuada pelo quociente de um índice de produção (que parte das quantidades produzidas de cada produto e seus respectivos preços), por um outro de uso de determinado fator ou fatores. Isso conduz ao "problema dos números-índices", ou da escolha de determinada fórmula mais adequada para representar o problema em questão. Tradicionalmente, a comparação entre as diversas fórmulas existentes era feita com base nos testes lógicos definidos por FISHER (36), em seu texto clássico. Segundo esses critérios, entre as fórmulas mais conhecidas, as de Laspeyres e Paasche não atendem aos testes de decomposição de causas (o produto do índice de quantidade pelo índice de preço calculados por essas fórmulas difere do índice de valor), de reversão temporal (o produto do índice de quantidade do ano 0 em relação ao ano t pelo índice do ano t em relação ao ano 0 difere da unidade) e de circularidade (o qual exige que um número-índice deve ser independente da escolha de um terceiro ponto no tempo, podendo, portanto, ser decomposto por um produto de dois índices similares onde a base de um deles é o período corrente do outro); a fórmula de Fisher não atende apenas o teste de circularidade, o que pode ser contornado com o uso do encaqueamento (9). No estudo de EICHHORN (29) encontra-se a colocação de que o teste de circularidade não é compatível com os demais, não havendo fórmula que os satisfaça simultaneamente.

Na moderna teoria dos números-índices, além da necessidade de atualização constante da base de ponderação (aproximação discreta à integral de Divisia), vem merecendo destaque o estudo das relações entre especificações funcionais admitidas pela análise econômica e fórmulas de números-índices. CHRISTENSEN (23) demonstrou que a fórmula de Laspeyres é exata

para uma função de produção linear, que supõe substituição perfeita de fatores no processo produtivo e, que a mesma proporciona medidas pobres de produtividade, o que já havia sido demonstrado por SAMUELSON & SWAMY (61) para a fórmula de Paasche. DIEWERT (26) definiu como flexível uma forma funcional agregativa que possibilite uma aproximação até segunda ordem, de uma função linear homogênea arbitrária, que possua derivadas primeira e segunda; chamou de superlativa uma fórmula de números-índices exata (isto é, consistente) para uma forma funcional flexível. Demonstrou que o índice de Tornquist (também chamado de índice translog de Tornquist-Theil) é exato para uma forma agregativa translog homogênea (e, portanto, superlativo). Similarmente, demonstrou que a fórmula de Fisher é exata para uma função agregativa quadrática de ordem dois homogênea (e, portanto, superlativo) (10).

As fórmulas superlativas, conforme DIEWERT (26) também se caracterizam por aproximarem-se entre si até a segunda ordem, o que limita a amplitude das variações medidas; essa característica, que se mantém mesmo para funções agregativas não-homotéticas (DIEWERT (27), foi verificada empiricamente por SILVA & CARMO (67) com dados do Estado de São Paulo.

STAR & HALL (74) encontraram os mesmos resultados para o crescimento da produtividade total nos EUA, trabalhando com dados anuais e com cortes seccionais de dez anos (encadeados), o que mostra a viabilidade de obter conclusões acuradas com dados censitários. Demonstraram, ainda, que a fórmula de Laspeyres, embora possa ser considerada uma aproximação discreta à integral de Divisia se calculada encadeadamente, conduzia a resultados que superestimavam a taxa de aumento da produtividade em mais de 100%. ALLEN & DIEWERT (5), comparando o desempenho de diversas fórmulas de números-índices em dados censitários, indicaram a de Fisher como a mais adequada.

Essas evidências, fartamente registradas na literatura, levaram à escolha da fórmula de Fisher para o cálculo dos índices de produção e

(9) Para uma descrição completa dos testes ver SILVA & CARMO (67).

(10) Essas demonstrações foram ampliadas por LAU (49).

de uso de fatores necessários para este trabalho.

Formalmente,

$$IQ_{o,t} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n P_o^i \cdot Q_t^i}{\sum_{i=1}^n P_o^i \cdot Q_o^i} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n P_t^i \cdot Q_o^i}{\sum_{i=1}^n P_t^i \cdot Q_t^i} \right]^{0,5}$$

com o encadeamento, $IQ_{o,t} = IQ_{o,1} \cdot IQ_{1,2} \cdot \dots \cdot IQ_{t-1,t}$ onde: IQ = Índice Fisher de quantidade; P_o = preço do produto (ou fator) no ano base; P_t = preço do produto (ou fator) no ano t ; Q_o = quantidade produzida (ou utilizada) no ano base; Q_t = quantidade produzida (ou utilizada) no ano t ; e i = i ésimo produto (ou fator).

Outra questão que se coloca é sobre o denominador do índice de produtividade. A medida mais freqüentemente utilizada é a produtividade da terra, com a área agregada das culturas servindo como referência. Mais recentemente passou a ser considerada, também, a produtividade do trabalho. VERA FILHO & TOLLINI (77) argumentaram que essas medidas podem acarretar erros em comparações multilaterais e sugerem a utilização de índices de produtividade total, ou pelo menos, índices de produtividade parciais referentes aos fatores mais importantes. ALVES (3), embora reconhecendo a dificuldade de se calcular índices de produtividade total no Brasil, devido à carência de dados, defende seu uso como uma medida mais adequada; enfatiza que há casos em que um aumento na produtividade da terra é conseguido às custas de recursos mais dispendiosos para a economia do que aquele que está sendo poupado. SILVA (65) utilizou esse conceito para medir o progresso tecnológico na agricultura paulista.

A esse respeito, parece consensual na literatura que, sob os pressupostos de que os preços dos fatores constituem medidas aceitáveis de seus produtos marginais e de que a função de produção apresenta retornos constantes à escala, a produtividade total de fatores seria uma medida adequada de progresso tecnológi-

co, evitando os problemas de especificação da forma e estimação da função de produção NARDI (52).

Diversos trabalhos vêm aperfeiçoando esse método e efetuando comparações multilaterais, como JORGENSEN & NISHIMIZU (47), CAVES; CHRISTENSEN; SWANSON (20), CAVES; CHRISTENSEN; DIEWERT (18 e 19), e BALTAGI & GRIFFIN (9).

Para que a medida obtida seja aceitável é necessário, naturalmente, evitar tanto quanto possível erros de medida e de agregação, além da escolha de uma fórmula adequada, como lembram DOMAR (28), JORGENSEN e GRILICHES (46) e BERNDT & CRISTENSEN (12).

Tendo definido anteriormente a fórmula de Fisher como adequada aos propósitos deste trabalho, pelo acima exposto, optou-se por construir um índice de uso de fatores tomados agregadamente. Esse permitirá a obtenção de índices de produtividade agregada, além dos índices de produtividade parciais dos fatores componentes tomados de forma isolada. A disponibilidade de dados dos Censos Agropecuários de 1970, 1975 e 1980 limitou os fatores possíveis de inclusão no índice agregado à terra, trabalho, fertilizantes, máquinas e investimentos em culturas perenes; acredita-se que esse procedimento proporcione uma medida adequada da produtividade agrícola.

3.1 - Modelo

A opção pelo uso de números-índices na medição da produtividade agregada de fatores, que é a variável a ser explicada, isolando-se a contribuição dos vários fatores, é conhecida como abordagem contábil do crescimento e foi utilizada por EVENSON & JHA (32) e SILVA (65). Segundo a concepção expressa por EVENSON & KISLEV (33), a produtividade pode ser entendida como uma função da tecnologia, do clima, do solo e das condições do tempo. A tecnologia, por sua vez, pode ser vista como uma função, envolvendo estruturas de defasagens, do estoque de conhecimentos gerados localmente, do estoque transferido de outras regiões ou países e da eficiência dos serviços de difusão, que pode ser aumentada ou até substituída pelo nível educacional dos produtores (11).

(11) Para uma exposição detalhada, ver SILVA (65). *Agricultura em São Paulo*, SP, 37(1):19-48, 1990.

Para operacionalizar o modelo, foram desconsideradas alterações nas condições de solo e clima, o que parece razoável, uma vez que o tempo exigido para mudanças substanciais nesses fatores costuma ser superior ao horizonte coberto por esta pesquisa. Segundo SILVA (65), diminuições na fertilidade de solo levariam à subestimação dos efeitos da pesquisa pela dificuldade de mensurar o sucesso das tecnologias destinadas à manutenção da produtividade. Também, não foi considerada a influência de alterações na distribuição espacial de culturas; todavia, o efeito da localização geográfica sobre os rendimentos das culturas é de pouca importância no período aqui estudado, como pode ser visto em CUNHA & DAGUER (24). Pesquisas efetuadas no exterior tampouco foram consideradas; mas, apesar de seu efeito ser reconhecidamente importante, sua contribuição depende de adaptações efetuadas pelos serviços locais de pesquisa, de difusão através da extensão rural e do nível educacional dos produtores para adotá-las convenientemente. Com relação à educação, acredita-se que uma medida bastante adequada seria a escolaridade do tomador de decisões que, infelizmente, não tem sido coletada. Do lado da assistência técnica e extensão rural, também são desconhecidos dados de produtores assistidos fora dos organismos oficiais de extensão rural.

3.1.1 - Formulação do modelo

A formulação operacional do modelo é a seguinte:

$IPr = f(P, E, AT, CS, DH, G)$ onde:

IPr é a produtividade agrícola, tomada ao nível de Estado; P é o número de artigos científicos referentes à tecnologia agrícola publicados; E é a escolaridade da população rural; AT é uma estimativa do percentual de produtores assistidos pelos serviços oficiais de assistência técnica e extensão rural; CS é uma medida da aptidão edafoclimática das terras do Estado; DH é variável representativa das condições do tempo, a deficiência hídrica, que se obteve através da interação entre temperatura, precipitação pluviométrica e localização geográfica; e G é uma va-

riável "dummy" representativa de geadas abrangentes no ano safra e no ano imediatamente anterior⁽¹²⁾.

Como os dados utilizados são referentes aos Censos Agropecuários de 1970, 1975 e 1980 (21), foram introduzidos nos modelos duas variáveis "dummies" para captar possíveis diferenças entre anos: a primeira assumiu valor zero, em 1970 e valor um, em 1975 e 1980, enquanto a segunda assumiu valor zero, em 1970 e 1975 e valor um, em 1980.

A variável pesquisa foi dividida em pesquisa regional (segundo as divisões estabelecidas por SILVA; FONSECA; MARTIN (69) e em pesquisa desenvolvida em São Paulo, referente aos principais produtos de cada Estado; isso foi feito tentando verificar a influência das instituições de pesquisa do Estado de São Paulo fora das fronteiras estaduais, uma vez que se trata do Estado que dispunha do mais amplo, diversificado e tradicional sistema de pesquisas destinado à agricultura no País, embora durante a década de setenta os investimentos nessas atividades fossem substancialmente menores que os destinados à extensão rural (SILVA; FONSECA; MARTIN 70).

Pesquisa, extensão e educação refletem-se sobre a produtividade defasadamente, descontando-se o tempo gasto com a geração de novas técnicas, sua difusão entre os produtores e o processo de aprendizado formal e informal, capacitando-os a tomar decisões sobre qual e como adotar determinada técnica produtiva. Os dados sobre escolaridade, presentes apenas nos Censos Demográficos, impedem que sejam considerados os efeitos defasados dessa variável; com a pesquisa e extensão rural é possível fazê-lo. Os efeitos da pesquisa, após determinado período para serem disseminados, passam por uma adoção máxima e depreciam-se até tornarem-se obsoletos. A extensão rural, conquanto deva ter seus efeitos sentidos quase que imediatamente, deve também diminuir sua eficácia com o decorrer do tempo, em um horizonte muito mais curto do que o da pesquisa. Para o ajuste de modelos, efetuado por mínimos quadrados (HOFFMANN & VIEIRA 42), no presente estudo, partiu-se dos horizontes de ação definidos por

(12) Detalhes sobre o cálculo das variáveis encontram-se em VICENTE (78). *Agricultura em São Paulo*, SP, 37(1):19-48, 1990.

EVENSON & JHA (32) para a pesquisa (19 anos) e por PATRICK & KEHRBERG (55) para a assistência técnica e extensão rural (3 anos). SILVA (65) não encontrou diferenças nos resultados, utilizando a pesquisa acumuladamente e através de uma estrutura de um polinômio de segundo grau, num modelo de defasagens distribuídas polinomiais.

Para os testes de hipóteses relacionados às estimativas dos modelos adotou-se o nível mínimo de significância de 10%.

3.2 - Fonte de Dados

Os dados necessários para os cálculos das variáveis tiveram as seguintes fontes:

- a) área e produção das culturas - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (21);
- b) quantidade de fatores - IBGE (Censos Agropecuários (21);
- c) preços de produtos e de fatores - Fundação Getúlio Vargas (FGV) (1, 57, 58) e Instituto de Economia Agrícola (IEA) (44);
- d) artigos científicos publicados - SILVA; FONSECA; MARTIN (69) e SILVA (64);
- e) escolaridade da população rural - IBGE (22);
- f) produtores assistidos pelos serviços de extensão rural - IBGE (7) e dados não publicados da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI);
- g) aptidão edafo-climática - Ministério da Agricultura (15); e
- h) dados climáticos (temperaturas, precipitações pluviométricas e ocorrência de geadas) - Instituto Nacional de Meteorologia (INEMET) (14) e IBGE (7).

A tabulação dos dados dos Censos Agropecuários impede, como seria desejável, a construção de índices de produção de todas as culturas existentes. Dessa forma, nos três anos estudados (1970, 1975, 1980), dados ao nível de cultura nas classes econômicas agricultura e agropecuária⁽¹³⁾, referentes a área, produção e valor da produção, existem para algodão (arbóreo e herbáceo), amendoim, arroz, banana, ba-

tata, cacau, café, cana, feijão, laranja, mandioca, milho, soja, tomate, trigo e uva. Esse grupo de culturas representa, segundo os dados do IBGE, de 41% a 51% do valor total da produção do setor, incluindo pecuária e criações, silvicultura, horticultura e atividades extrativas; considerando-se apenas as lavouras (permanentes e temporárias), as dezessete culturas citadas representam de 78% a 86% do valor da produção.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este item subdivide-se em três partes. A primeira apresenta a evolução da produtividade total de fatores e das produtividades parciais da terra, trabalho, fertilizantes, máquinas e investimentos em culturas perenes. A segunda, analisa os modelos ajustados e a terceira, consiste no cálculo de retornos marginais aos investimentos em educação, assistência técnica e pesquisas agrícola.

4.1 - Evolução da Produtividade de Fatores⁽¹⁴⁾

A produtividade agregada dos fatores terra, trabalho, fertilizantes e investimentos em culturas perenes cresceu 22% entre 1970 e 1975, o que pode ser explicado pelo crescimento das produtividades parciais da terra (+16%), trabalho (+26%), fertilizantes (+15%) e investimentos em culturas perenes (+28%); dos fatores citados, apenas máquinas apresentaram diminuição de produtividade (-33%). A Região Sul apresentou o maior crescimento de produtividade agregada nesses anos (+36%) e, também, os maiores aumentos nas produtividades parciais da terra (+38%), do trabalho (+48%) e dos investimentos em culturas perenes (+39%). Esta Região ocupou a segunda colocação no crescimento da produtividade de fertilizantes (+19%) e na de máquinas (-27%). O Nordeste experimentou crescimento de produtividade de 22% para o agregado, quase que totalmente devido ao aumento da produtividade do trabalho (+26%), uma vez que os índices parciais de terra (+2%), de fertilizantes (-2%) e dos investimentos em

⁽¹³⁾ A pecuária foi excluída da análise pela dificuldade de medir convenientemente sua produtividade.

⁽¹⁴⁾ Discussões sobre a evolução da produção agrícola e do uso de fatores encontram-se em VICENTE(78).
Agricultura em São Paulo, SP, 37(1):19-48, 1990.

culturas perenes (+4%) permaneceram relativamente estáveis, enquanto que o fator máquinas apresentou queda de 37%. No Centro-Oeste, o crescimento de 17% no agregado, é explicado pela elevação nas produtividades do trabalho (+39%) e terra (+8%), com decréscimos na produtividade de máquinas (-48%), fertilizantes (-63%) e investimentos em culturas perenes (-9%). Na Região Sudeste, a produtividade agregada cresceu 15%, com os fatores terra e trabalho crescendo igualmente (+18%), da mesma forma que fertilizantes e investimentos em culturas perenes (+21%); a produtividade das máquinas decresceu 32%. A Região Norte destoou das demais, apresentando produtividade negativa em termos agregados (-13%), assim como nos fatores terra (-4%) e trabalho (-8%), estagnação em investimentos em culturas perenes (0%) e aumento de produtividade nos fatores fertilizantes (+16%) e máquinas (+4%) (quadros 1 a 6).

Tomando-se o período 1975-80, os níveis de crescimento foram menores para a produtividade do agregado de fatores (+7%), com os índices parciais mostrando ganhos apenas para terra (+8%) e trabalho (+23%), pequena queda para investimentos em culturas perenes (-6%) e maiores diminuições na produtividade dos fatores fertilizantes (-42%) e máquinas (-32%), consequência da intensificação de seu uso substituindo os fatores primários terra e trabalho. As regiões Centro-Oeste e Sudeste foram as que apresentaram melhor comportamento no agregado (+18% e +14%, respectivamente), com o índice parcial de produtividade da terra crescendo igualmente nas duas Regiões (+16%) e comportamento também similar no fator investimentos em culturas perenes (+6% e +4%, respectivamente). O fator trabalho cresceu mais na Região Centro-Oeste (+75% no período) do que na Sudeste (+35%), embora as produtividades parciais de fertilizantes e máquinas tenham caído mais nessa primeira Região (-63% e -26%, contra -25% e -18%, respectivamente). As Regiões Norte e Sul mantiveram-se praticamente estáveis em termos agregados (+3%), comportamento também observado nos índices de produtividade da terra (-2% e -3%, respectivamente); no fator trabalho, o sul apresentou elevação

de 25% na produtividade, resultado superior ao do Norte (+10%). Similarmente, nos fatores fertilizantes e máquinas, as quedas de produtividade observadas na Região Sul foram menores (-38% e -32%, contra -68% e -71%, respectivamente). A região Nordeste teve a produtividade agregada diminuída em 5%, apresentando crescimento apenas na produtividade da terra (+7%), estabilidade nos índices do trabalho (0%) e investimento em culturas perenes (+1%) e decréscimos nas produtividades parciais de fertilizantes (-59%) e de máquinas (-64%).

Entre 1970 e 1980, a produtividade agregada dos fatores cresceu 31% no Brasil, impulsionada pelas produtividades do trabalho (+55%), da terra (+25%) e dos investimentos em culturas perenes (+20%) enquanto que, em contrapartida, os fatores fertilizantes e máquinas tiveram quedas de 33% e 54%, respectivamente. Ao nível de Região, os resultados seguiram, por via de regra, a mesma hierarquia no crescimento das produtividades parciais: Sul, +40% na produtividade agregada, +85% na do trabalho, +34% na da terra, +33% na dos investimentos em culturas perenes, -26% na de fertilizantes e -51% na de máquinas; Centro-Oeste, +38% na produtividade agregada, +142% na do trabalho, +25% na da terra, -4% na dos investimentos em culturas perenes, -62% na de máquinas e -86% na de fertilizantes; Sudeste, +30% na produtividade agregada, +59% na do trabalho, +37% na da terra, +26% na dos investimentos em culturas perenes, -10% na de fertilizantes e -44% na de máquinas; Nordeste, +16% na produtividade agregada, +25% na do trabalho, +9% na da terra, +5% na dos investimentos em culturas perenes, -60% na de fertilizantes e -77% na de máquinas. A Região Norte foi a única a apresentar diminuição na produtividade agregada, -11%, com resultados positivos apenas para os investimentos em culturas perenes (+43%), estagnação na produtividade do trabalho (+1%) e queda nas dos demais fatores (terra, -5%; fertilizantes, -63%; e máquinas, -70%)⁽¹⁵⁾.

PASTORE; ALVES; RIZZIERI (53) estimaram em 2,0% a taxa média de crescimento da produtividade da terra no Brasil, no período 1955-65; no mesmo período, a taxa média de crescimento da produtividade do trabalho

(15) Breves comentários sobre os índices ao nível de Estado acompanhados de figuras representativas de sua evolução, encontram-se em VICENTE (78).

QUADRO 1. - Evolução da Produtividade de Fatores nas Unidades da Federação, Brasil, 1970-80⁽¹⁾

Unidade da Federação	Índice 1			Índice 2		
	1970	1975	1980	1970	1975	1980
Região Nordeste	100	122	116	-	-	-
Alagoas	100	130	145	75	97	108
Bahia	100	99	88	75	74	66
Ceará	100	243	156	39	95	61
Paraíba	100	157	149	50	78	74
Pernambuco	100	124	135	66	82	89
Piauí	100	176	103	58	102	60
Rio Grande do Norte	100	182	133	37	68	50
Sergipe	100	117	157	55	64	87
Maranhão	100	95	107	50	48	54
Região Norte	100	87	89	-	-	-
Acre	100	71	56	105	75	59
Amazonas	100	69	71	113	78	80
Amapá	100	88	87	227	200	196
Pará	100	104	107	73	76	78
Roraima	100	63	124	235	149	292
Rondônia	100	66	75	217	142	164
Região Centro-Oeste	100	117	138	-	-	-
Mato Grosso ⁽²⁾	100	141	163	91	129	149
Distrito Federal	100	159	146	72	115	105
Goiás	100	107	132	129	138	169
Região Sudeste	100	115	130	-	-	-
Minas Gerais	100	91	122	101	92	123
Espírito Santo	100	88	105	117	103	124
Rio de Janeiro	100	92	87	208	192	182
São Paulo	100	130	143	155	202	221
Região Sul	100	136	140	-	-	-
Paraná	100	186	188	89	165	167
Santa Catarina	100	106	122	69	73	84
Rio Grande do Sul	100	103	107	145	149	155
Brasil	100	122	131	-	-	-

⁽¹⁾ Índices Fisher encadeados de produção/Índices Fisher encadeados do uso de fatores; inclui os fatores terra, trabalho, fertilizantes, máquinas e investimentos em culturas perenes. A base do índice 1 é o próprio Estado em 1970 e a base do índice 2 é a média dos Estados também em 1970.

⁽²⁾ Inclui Mato Grosso do Sul.

Fonte: Elaborado a partir de dados básicos do IBGE (7,21, 22), FGV (1, 57, 58) e do IEA (44).
Agricultura em São Paulo, SP, 37(1):19-48, 1990.

QUADRO 2. - Evolução da Produtividade da Terra nas Unidades da Federação, Brasil, 1970-80⁽¹⁾

Unidade da Federação	Índice 1			Índice 2		
	1970	1975	1980	1970	1975	1980
Região Nordeste	100	102	109	-	-	-
Alagoas	100	80	130	166	133	215
Bahia	100	123	100	119	147	120
Ceará	100	119	92	51	61	47
Paraíba	100	115	121	61	70	74
Pernambuco	100	109	134	96	104	128
Piauí	100	135	102	38	52	39
Rio Grande do Norte	100	81	88	59	48	52
Sergipe	100	93	190	138	129	262
Maranhão	100	116	116	76	88	88
Região Norte	100	96	95	-	-	-
Acre	100	93	68	233	218	159
Amazonas	100	93	70	250	231	174
Amapá	100	120	116	150	181	175
Pará	100	106	112	76	81	86
Roraima	100	75	95	144	108	137
Rondônia	100	86	90	132	114	119
Região Centro-Oeste	100	108	125	-	-	-
Mato Grosso ⁽²⁾	100	105	120	81	85	97
Distrito Federal	100	157	84	163	255	137
Goiás	100	106	125	77	82	96
Região Sudeste	100	118	137	-	-	-
Minas Gerais	100	102	133	93	95	124
Espírito Santo	100	100	134	98	99	132
Rio de Janeiro	100	109	106	229	249	242
São Paulo	100	126	143	158	199	227
Região Sul	100	138	134	-	-	-
Paraná	100	169	151	78	132	118
Santa Catarina	100	121	123	89	108	110
Rio Grande do Sul	100	118	124	89	106	111
Brasil	100	116	125	-	-	-

⁽¹⁾ Índices Fisher encadeados de produção/índices simples de área cultivada. A base do índice 1 é o próprio Estado em 1970 e a base do índice 2 é a média dos Estados também em 1970.

⁽²⁾ Inclui Mato Grosso do Sul.

QUADRO 3. - Evolução da Produtividade do Trabalho nas Unidades da Federação, Brasil, 1970-80⁽¹⁾

Unidade da Federação	Índice 1			Índice 2		
	1970	1975	1980	1970	1975	1980
Região Nordeste	100	126	125	-	-	-
Alagoas	100	141	174	74	105	130
Bahia	100	97	90	67	65	60
Ceará	100	276	182	23	63	42
Paraíba	100	163	170	30	49	51
Pernambuco	100	131	151	50	66	76
Piauí	100	184	107	18	33	19
Rio Grande do Norte	100	207	154	23	49	36
Sergipe	100	118	168	34	40	56
Maranhão	100	94	108	40	38	43
Região Norte	100	92	101	-	-	-
Acre	100	70	57	132	92	75
Amazonas	100	67	71	43	29	31
Amapá	100	87	87	91	79	79
Pará	100	104	109	32	33	35
Roraima	100	62	137	97	60	133
Rondônia	100	60	72	146	87	105
Região Centro-Oeste	100	139	242	-	-	-
Mato Grosso ⁽²⁾	100	174	330	102	177	335
Distrito Federal	100	163	266	76	124	203
Goiás	100	121	193	145	179	287
Região Sudeste	100	118	159	-	-	-
Minas Gerais	100	94	147	97	91	143
Espírito Santo	100	87	115	115	101	132
Rio de Janeiro	100	91	89	263	238	234
São Paulo	100	140	190	281	393	533
Região Sul	100	148	185	-	-	-
Paraná	100	209	251	107	224	270
Santa Catarina	100	109	148	83	90	122
Rio Grande do Sul	100	108	142	223	240	315
Brasil	100	126	155	-	-	-

(1) Índices Fisher encadeados de produção/índices simples do número de trabalhadores. A base do índice 1 é o próprio Estado em 1970 e a base do índice 2 é a média dos Estados também em 1970.

(2) Inclui Mato Grosso do Sul.

Fonte: Elaborado a partir de dados básicos do IBGE (7, 21, 22), FGV (1, 57, 58) e do IEA (44).

Agricultura em São Paulo, SP, 37(1):19-48, 1990.

QUADRO 4. - Evolução da Produtividade de Fertilizantes nas Unidades de Federação, Brasil, 1970-80⁽¹⁾

Unidade da Federação	Índice 1			Índice 2		
	1970	1975	1980	1970	1975	1980
Região Nordeste	100	98	40	-	-	-
Alagoas	100	109	84	54	59	45
Bahia	100	76	24	409	310	99
Ceará	100	227	12	480	1.089	56
Paraíba	100	286	31	257	734	80
Pernambuco	100	71	51	115	82	59
Piauí	100	217	15	1.741	3.782	253
Rio Grande do Norte	100	235	25	288	676	73
Sergipe	100	124	77	69	86	53
Maranhão	100	36	2	17.471	6.370	386
Região Norte	100	116	37	-	-	-
Acre	100
Amazonas	100	155	8	3.835	5.940	291
Amapá	100	72	7	3.648	2.609	242
Pará	100	118	47	118	139	56
Roraima	100	152	4	3.882	5.895	138
Rondônia	100	1.255	6	10.367	130.089	590
Região Centro-Oeste	100	37	14	-	-	-
Mato Grosso ⁽²⁾	100	16	5	872	143	43
Distrito Federal	100	188	50	31	58	15
Goiás	100	45	22	282	126	63
Região Sudeste	100	121	90	-	-	-
Minas Gerais	100	56	38	129	73	49
Espírito Santo	100	22	8	748	168	61
Rio de Janeiro	100	101	86	284	288	245
São Paulo	100	156	130	57	88	74
Região Sul	100	119	74	-	-	-
Paraná	100	167	103	95	158	97
Santa Catarina	100	62	27	208	128	56
Rio Grande do Sul	100	99	65	79	78	52
Brasil	100	115	67	-	-	-

(1) Índices Fisher encadeados de produção/índices simples de uso do fator. A base do índice 1 é o próprio Estado em 1970 e a base do índice 2 é a média dos Estados também em 1970. Não inclui o Estado do Acre.

(2) Inclui Mato Grosso do Sul.

Fonte: Elaborado a partir de dados básicos do IBGE (7,21, 22), FGV (1, 57, 58) e do IEA (44).
Agricultura em São Paulo, SP, 37(1):19-48, 1990.

QUADRO 5. - Evolução da Produtividade de Máquinas nas Unidades da Federação, Brasil, 1970-80⁽¹⁾

Unidade da Federação	Índice 1			Índice 2		
	1970	1975	1980	1970	1975	1980
Região Nordeste	100	63	23	-	-	-
Alagoas	100	49	35	378	185	132
Bahia	100	52	14	626	328	87
Ceará	100	120	35	158	190	56
Paraíba	100	116	37	191	222	71
Pernambuco	100	56	33	389	217	127
Piauí	100	132	16	418	553	67
Rio Grande do Norte	100	99	37	107	105	39
Sergipe	100	53	37	195	104	72
Maranhão	100	45	6	1.597	720	102
Região Norte	100	104	30	-	-	-
Acre	100	106	13	784	832	103
Amazonas	100	137	24	343	470	82
Amapá	100	71	40	397	281	159
Pará	100	94	34	218	206	73
Roraima	100	36	10	8.250	2.978	854
Rondônia	100	288	39	355	1.023	139
Região Centro-Oeste	100	52	38	-	-	-
Mato Grosso ⁽²⁾	100	43	30	156	68	46
Distrito Federal	100	81	40	58	47	23
Goiás	100	52	42	103	53	43
Região Sudeste	100	68	56	-	-	-
Minas Gerais	100	39	27	176	69	48
Espírito Santo	100	57	22	384	220	86
Rio de Janeiro	100	54	44	207	111	92
São Paulo	100	80	72	80	64	58
Região Sul	100	73	49	-	-	-
Paraná	100	67	43	122	82	53
Santa Catarina	100	43	25	106	45	27
Rio Grande do Sul	100	70	51	46	32	23
Brasil	100	67	46	-	-	-

(¹) Índices Fisher encadeados de produção/índices Fisher encadeados do uso do fator. A base do índice 1 é o próprio Estado em 1970 e a base do índice 2 é a média dos Estados também em 1970.

(²) Inclui Mato Grosso do Sul.

Fonte: Elaborado a partir de dados básicos do IBGE (7,21, 22), FGV (1, 57, 58) e do IEA (44).
Agricultura em São Paulo, SP, 37(1):19-48, 1990.

QUADRO 6. - Evolução da Produtividade dos Investimentos em Culturas Perenes nas Unidades da Federação, Brasil, 1970-80⁽¹⁾

Unidade da Federação	Índice 1			Índice 2		
	1970	1975	1980	1970	1975	1980
Região Nordeste	100	104	105	-	-	-
Alagoas	100	97	105	97	94	102
Bahia	100	133	143	117	156	167
Ceará	100	101	81	70	71	56
Paraíba	100	85	66	86	73	57
Pernambuco	100	102	115	72	73	82
Piauí	100	127	79	59	75	47
Rio Grande do Norte	100	74	54	81	60	43
Sergipe	100	142	204	119	170	243
Maranhão	100	110	134	71	78	95
Região Norte	100	100	143	-	-	-
Acre	100	102	116	135	138	157
Amazonas	100	52	106	187	97	199
Amapá	100	152	115	94	143	108
Pará	100	134	176	66	89	116
Roraima	100	108	279	173	187	482
Rondônia	100	153	133	110	168	145
Região Centro-Oeste	100	91	96	-	-	-
Mato Grosso ⁽²⁾	100	108	86	111	120	96
Distrito Federal	100	181	183	114	206	207
Goiás	100	84	127	137	114	174
Região Sudeste	100	121	126	-	-	-
Minas Gerais	100	105	127	94	98	119
Espírito Santo	100	91	119	94	85	111
Rio de Janeiro	100	114	97	120	136	116
São Paulo	100	128	130	112	144	146
Região Sul	100	239	133	-	-	-
Paraná	100	330	165	65	216	108
Santa Catarina	100	121	142	76	92	108
Rio Grande do Sul	100	98	93	127	124	118
Brasil	100	128	120	-	-	-

(1) Índices Fisher encadeados de produção/índices Fisher encadeados do uso de fator. A base do índice 1 é o próprio Estado em 1970 e a base do índice 2 é a média dos Estados também em 1970.

(2) Inclui Mato Grosso do Sul.

Fonte: Elaborado a partir de dados básicos do IBGE (7,21, 22), da FGV (1, 57, 58) e do IEA (44).

foi de 4,0% ao ano, segundo aqueles autores.

As taxas médias calculadas no presente estudo indicam pequenas elevações dessas produtividades (quadros 7 e 8). SILVA 65, utilizando dados anuais do IEA, estimou em 3,37% ao ano, para o período 1968-80 no Estado de São Paulo, a taxa média de crescimento da produtividade da terra para o setor de culturas. Embora as fontes de dados e o conjunto de culturas aqui utilizados sejam distintos, a taxa média calculada para o período 1970-80 é muito semelhante à encontrada por aquele autor (quadro 8). Dados do período 1970-76 citados por SILVA (65), para a Comunidade Econômica Européia, apresentam taxas médias de crescimento de 0,85% a 2,60% ao ano para a produtividade total de fatores na agropecuária. Tomando-se como base a taxa média para o Brasil no período 1970-75 (3,98 a.a.) (quadro 9), observa-se que esta seria superior às daqueles países, todavia, caso as explorações animais fossem incluídas, essas taxas seriam, provavelmente, menores. As taxas diversificadas ao nível de Estado são consistentes com a grande dispersão encontrada por EVENSON & JHA (32), em Estados da Índia.

Naturalmente, o fato de serem calculadas com dados censitários e o conseqüente número mínimo de observações, tornam essas taxas inadequadas para representar a situação de Estados que tiveram, nesses anos, situações anormalmente favoráveis ou desfavoráveis.

4.2 - Resultados dos Modelos Ajustados

Os modelos foram ajustados em etapas, pela necessidade de definir o melhor horizonte de acumulação para a variável pesquisa. Após testes com efeitos iniciando-se no terceiro e quinto anos e estendendo-se até o décimo quinto e vigésimo anos após a publicação, optou-se por utilizar o intervalo compreendido pelo quinto ao vigésimo anos. A assistência técnica entrou na equação a partir dos produtores assistidos nos três anos anteriores ao Censo, ponderados através dos pesos adotados por PATRICK & KEHRBERG (55) (respectivamente, 0,5, 0,3 e 0,2). O número de observações, em todos os

modelos, foi de 71, motivado pela exclusão do Amapá, Roraima, Rondônia e São Paulo no ano de 1970, devido à inexistência de dados sobre produtores assistidos pelos serviços de assistência técnica e extensão rural.

Nos modelos com o índice de produtividade agregada de fatores como variável dependente, quando a pesquisa regional e a desenvolvida em São Paulo sobre os principais produtos de cada Estado foram incluídas simultaneamente, ambas não apresentaram coeficientes significativos (equação 1, quadro 10). Isso deve-se provavelmente, à alta correlação entre ambas ($r = 0,9534$), afirmativa que é reforçada pela inclusão alternada dessas variáveis em outras equações, quando adquirem significância praticamente sem alterar os demais coeficientes (equações 2 e 3, quadro 10). Esse fato levou à utilização da variável pesquisa como uma soma das duas anteriormente propostas.

A equação 4 é significativa a 1% e os parâmetros estimados para deficiências hídricas, assistência técnica e pesquisa, além da constante, são também significativos; os sinais dos coeficientes são consistentes com a expectativa teórica.

As interações possíveis entre pesquisa, assistência técnica e educação foram também adicionadas ao modelo mas, apenas a variável educação x assistência técnica melhorou os resultados e apresentou coeficiente significativo (16). O sinal negativo do parâmetro estimado pode ser um indicativo de que essas variáveis são substitutas. O nível de significância da variável assistência técnica melhorou e a educação tornou-se significativa com a introdução da interação entre elas (equação 5, quadro 10).

Os resultados obtidos referentes a deficiências hídricas, geadas e, principalmente, pesquisa agrícola, são concordantes com os obtidos por SILVA (64 e 65) para o Estado de São Paulo. Com relação à assistência técnica, aquele autor não encontrou coeficientes significativos, apesar das evidências em contrário anteriormente obtida por ENGLER (30). Porém, as condições do Estado de São Paulo são distintas das da maior parte do País onde, corroborando as conclusões de PATRICK & KERHBERG (55), a existência de imensas regiões com agricultura

(16) As demais equações podem ser encontradas em VICENTE (78). *Agricultura em São Paulo*, SP, 37(1):19-48, 1990.

QUADRO 7. - Taxas Médias Anuais de Crescimento da Produtividade do Trabalho na Agricultura, Unidades da Federação, Brasil, 1970-80⁽¹⁾

(em %)			
Unidade da Federação	1970-75	1975-80	1970-80
Região Nordeste	4,78	-0,32	2,23
Alagoas	6,87	4,21	5,54c
Bahia	-0,61	-1,50	-1,05d
Ceará	20,30	-8,33	5,99
Paraíba	9,77	0,84	5,31
Pernambuco	5,40	2,84	4,12d
Piauí	12,20	-10,84	0,68
Rio Grande do Norte	14,55	-5,92	4,32
Sergipe	3,31	7,07	5,19d
Maranhão	-1,24	2,78	0,77
Região Norte	-1,67	1,89	0,10
Acre	-7,13	-4,12	-5,62c
Amazonas	-8,01	1,12	-3,42
Amapá	-2,79	0,00	-1,39
Pará	0,78	0,94	0,86b
Roraima	-9,56	15,86	3,15
Rondônia	-10,22	3,65	-3,29
Região Centro-Oeste	6,59	11,09	8,84c
Mato Grosso ⁽²⁾	11,08	12,80	11,94b
Distrito Federal	9,77	9,79	9,78a
Goiás	3,81	9,34	6,58d
Região Sudeste	3,31	6,09	4,70c
Minas Gerais	-1,24	8,94	3,85
Espírito Santo	-2,79	5,58	1,40
Rio de Janeiro	-1,89	-0,44	-1,17
São Paulo	6,73	6,11	6,42b
Região Sul	7,84	4,46	6,15c
Paraná	14,74	3,66	9,20
Santa Catarina	1,72	6,12	3,92d
Rio Grande do Sul	1,54	5,47	3,51d
Brasil	4,62	4,14	4,38b

⁽¹⁾ Os procedimentos empregados nos cálculos das variáveis encontram-se em VICENTE (78). Taxas calculadas através de ajuste exponencial; níveis de significância: a = 1%; b = 5%; c = 10%; d = 20%.

⁽²⁾ Inclui Mato Grosso do Sul.

QUADRO 8. - Taxas Médias Anuais de Crescimento da Produtividade da Terra na Agricultura, Unidades da Federação, Brasil, 1970-80⁽¹⁾

(em %)			
Unidade da Federação	1970-75	1975-80	1970-80
Região Nordeste	0,40	1,14	0,77
Alagoas	-4,53	9,71	2,59
Bahia	4,14	-4,04	+0,00
Ceará	3,44	-5,07	-0,82
Paraíba	2,79	1,08	1,94d
Pernambuco	1,64	4,25	2,95d
Piauí	6,05	-5,71	0,17
Rio Grande do Norte	-4,27	1,61	-1,33
Sergipe	-1,35	14,16	6,41
Maranhão	3,05	-0,00	1,52
Região Norte	-0,82	-0,31	-0,51
Acre	-1,36	-6,34	-3,85
Amazonas	-1,56	-5,68	-3,62d
Amapá	3,71	-0,68	1,52
Pará	1,15	1,18	1,17a
Roraima	-5,76	4,76	-0,50
Rondônia	-2,98	0,78	-1,10
Região Centro-Oeste	1,54	2,92	2,23
Mato Grosso ⁽²⁾	0,98	2,61	1,79d
Distrito Federal	8,98	-12,42	-1,72
Goiás	1,18	3,28	2,23d
Região Sudeste	3,31	3,13	3,22b
Minas Gerais	0,45	5,32	2,89
Espírito Santo	0,07	5,82	2,94
Rio de Janeiro	1,70	-0,60	0,55
São Paulo	4,55	2,64	3,59c
Região Sul	6,59	-0,58	3,00c
Paraná	10,48	-2,29	4,10
Santa Catarina	3,83	0,36	2,09d
Rio Grande do Sul	3,32	0,93	2,12d
Brasil	2,97	1,49	2,23d

(1) Os procedimentos empregados nos cálculos das variáveis encontram-se em VICENTE (78). Taxas calculadas através de ajuste exponencial; níveis de significância: a = 1%; b = 5%; c = 10%; d = 20%.

(2) Inclui Mato Grosso do Sul.

Fonte: Elaborado a partir de dados básicos do IBGE (7,21, 22), da FGV (1, 57, 58) e do IEA (44).
Agricultura em São Paulo, SP, 37(1):19-48, 1990.

QUADRO 9. - Taxas Médias Anuais de Crescimento da Produtividade de Fatores na Agricultura, Unidades da Federação, Brasil, 1970-80⁽¹⁾

(em %)

Unidade da Federação	1970-75	1975-80	1970-80
Região Nordeste	4,14	-1,35	1,40
Alagoas	5,25	2,16	3,70d
Bahia	-0,14	-2,35	-1,24
Ceará	17,80	-8,97	4,42
Paraíba	8,96	-1,04	3,96
Pernambuco	4,25	1,68	2,97d
Piauí	11,34	-10,72	0,31
Rio Grande do Norte	11,93	-6,24	2,85
Sergipe	3,10	5,97	4,54d
Maranhão	-1,08	2,35	0,64
Região Norte	-3,02	0,69	-1,17
Acre	-6,80	-4,70	-5,75c
Amazonas	-7,50	0,55	3,47
Amapá	-2,49	0,38	-1,43
Pará	0,83	0,56	0,70c
Roraima	-9,09	13,45	2,18
Rondônia	-8,31	2,56	-2,82
Região Centro-Oeste	3,31	3,13	3,22b
Mato Grosso ⁽²⁾	6,90	2,92	4,91d
Distrito Federal	9,30	-1,78	3,76
Goiás	1,41	4,07	2,74d
Região Sudeste	2,62	2,63	2,62a
Minas Gerais	-1,91	5,94	2,02
Espírito Santo	-2,53	3,58	0,53
Rio de Janeiro	-1,66	-1,08	-1,37c
São Paulo	5,30	1,83	3,57d
Região Sul	6,00	0,73	3,37
Paraná	12,38	0,23	6,30
Santa Catarina	1,19	2,77	1,98d
Rio Grande do Sul	0,54	0,80	0,67b
Brasil	3,98	1,42	2,70d

(¹) Inclui os fatores terra, trabalho, fertilizantes, máquinas e investimentos em culturas perenes. Os procedimentos empregados nos cálculos das variáveis encontram-se em VICENTE (78). Taxas calculadas através de ajuste exponencial; níveis de significância: a = 1%; b = 5%; c = 10%; d = 20%.

(²) Inclui Mato Grosso do Sul.

Fonte: Elaborado a partir de dados do quadro 1.
Agricultura em São Paulo, SP, 37(1):19-48, 1990.

QUADRO 10. - Equações com Pesquisa, Assistência Técnica, Educação, Condições do Tempo e Aptidão Edafo-Climática como Variáveis Explicativas do Índice de Produtividade de Fatores na Agricultura, Brasil, 1970-80⁽¹⁾

Variável	Equação				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Constante	117,859 (3,33)a	107,537 (3,13)a	113,726 (3,32)a	110,608 (3,23)a	67,306 (1,85)c
Dummy 1	8,782 (0,68)	8,219 (0,63)	8,331 (0,65)	8,194 (0,64)	7,772 (0,63)
Dummy 2	-5,898 (-0,44)	-10,410 (-0,82)	-7,829 (-0,62)	-9,173 (-0,73)	-18,229 (-1,46)
Deficiência hídrica	-0,119 (-2,58)b	-0,110 (-2,41)b	-0,116 (-2,55)b	-0,113 (-2,48)b	-0,087 (-1,96)c
Geadas	-13,865 (-0,64)	-14,502 (-0,67)	-14,601 (-0,68)	-14,721 (-0,69)	-12,102 (-0,59)
Aptidão edafo-climática	-0,550 (-1,13)	-0,421 (-0,89)	-0,498 (-1,05)	-0,459 (-0,97)	-0,259 (-0,57)
Educação	16,954 (1,35)	16,551 (1,14)	16,610 (1,33)	16,516 (1,32)	40,911 (2,74)a
Assistência técnica	0,883 (2,38)b	0,864 (2,33)b	0,873 (2,37)b	0,867 (2,35)b	3,373 (3,40)a
Pesquisa regional	-0,114 (-0,49)	0,168 (2,11)b	- 0,018	-	-
Pesquisa de São Paulo	0,031 (1,13)	-	(2,37)b	-	-
Pesquisa regional + São Paulo	-	-	-	0,009 (2,26)b	0,010 (2,57)b
Educação x assistência técnica	-	-	-	-	-1,532 (-2,70)a
R2	46,473	45,350	46,264	46,888	51,661
F	5,89a	6,43a	6,67a	6,57a	7,24a
DW	2,46	2,36	2,43	2,40	2,14

⁽¹⁾ Detalhes sobre a construção das variáveis encontram-se em VICENTE (78). Entre parênteses, valores da estatística "t"; níveis de significância: a = 1%; b = 5%; c = 10%.

pouco desenvolvida constituir-se-ia no campo de atuação, por excelência, da assistência técnica e extensão rural.

Tomando-se o índice de produtividade da terra como variável dependente e a pesquisa regional e a desenvolvida em São Paulo simultânea e desagregadamente, a equação é significativa a 1% e os coeficientes de geadas, aptidão edafo-climática e pesquisa regional são, também, significativos e positivos, enquanto que a pesquisa em São Paulo aparece como não-significativa, provavelmente em função de multicolinearidade (equação 6, quadro 11). Similarmente ao efetuado nas equações anteriores, quando as variáveis representativas da pesquisa foram incluídas alternada ou agregadamente, aparecem com coeficientes significativos e sinais consistentes (equações 7, 8 e 9, quadro 11). A interação educação x assistência técnica apareceu como não-significativa e não afetou os demais resultados, continuando os parâmetros estimados para educação e assistência técnica sendo não-significativos (equação 10, quadro 11).

Com o índice de produtividade do trabalho como variável dependente e com as variáveis pesquisa nacional e desenvolvida em São Paulo incluídas simultânea e desagregadamente, a equação é significativa a 1% e os coeficientes estimados para as variáveis educação, assistência técnica e pesquisa paulista também o são (equação 11, quadro 12). Alternando-se as variáveis representativas da pesquisa, estas aparecem como significativas, ao lado da educação, o que se repete quando são consideradas agregadamente. Incluindo a interação educação x assistência técnica na equação, os resultados mantiveram-se inalterados quanto à significância dos parâmetros estimados (equações 12, 13, 14 e 15, quadro 12).

O fato de o valor da estatística Durbin-Watson haver-se aproximado de dois com a introdução da variável interativa educação x assistência técnica, com as três variáveis dependentes, está provavelmente indicando uma melhor especificação do modelo proporcionada por essa introdução.

A diversidade de resultados, em relação à significância das variáveis explicativas, quando se utiliza distintas medidas de produtividade, reforça as evidências registradas na literatura

sobre a conveniência do uso de índices de produtividade agregada. A variável geada apareceu como não-significativa nas equações explicativas da produtividade total de fatores, resultado oposto aos encontrados por SILVA (65); isso está provavelmente associado à dificuldade que se encontrou para medir essa variável no presente estudo, uma vez que seus efeitos sobre as culturas perenes dos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Paraná se manifestam, principalmente, no ano seguinte ao da ocorrência do fenômeno, enquanto que, sobre as culturas de inverno nesses Estados e em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, os efeitos dão-se já na safra em curso. O pequeno número de observações (três anos) impediu medir esses efeitos separadamente e, em termos agregados, eles apareceram como significativos apenas para a produtividade da terra. Quanto às deficiências hídricas, os resultados obtidos contrariam, aparentemente, os de SILVA; CASER; VICENTE (68), que encontraram influência significativa desse fenômeno sobre a produtividade da terra; todavia, a variável aptidão edafo-climática considera as condições médias do tempo em cada Estado, substituindo, portanto, a deficiência hídrica na medida em que os anos aqui analisados não tenham se afastado das condições normais. Já com relação à produtividade do trabalho, as expectativas quanto aos resultados são dificultadas pelo fato de haver diminuição na quantidade de mão-de-obra contratada quando da ocorrência de perdas significativas devido à insuficiência de chuvas, ao menos por ocasião da colheita. É possível, também, que uma melhor especificação da variável deficiência hídrica, com períodos distintos para cada Estado ou Região, melhorasse os resultados, todavia, o período setembro-março contempla a maior parte dos plantios e do desenvolvimento inicial das culturas em todo o País.

Com esses resultados pode-se inferir que a pesquisa atua significativamente sobre a produtividade agregada de fatores, a produtividade da terra e a do trabalho; considerando-se as significâncias dos parâmetros nas equações de números 6 e 11, a pesquisa regional parece ter maior efeito sobre a produtividade da terra, enquanto que a pesquisa desenvolvida em São Paulo referente aos principais produtos de cada

QUADRO 11. - Equações com Pesquisa, Assistência Técnica, Educação, Condições do Tempo e Aptidão Edafo-Climática como Variáveis Explicativas do Índice de Produtividade da Terra na Agricultura, Brasil, 1970-80⁽¹⁾

Variável	Equação				
	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Constante	-44,119 (-1,16)	-28,457 (-0,77)	-23,570 (-0,62)	-25,504 (-0,68)	3,561 (0,09)
Dummy 1	-1,349 (-0,10)	-0,494 (-0,04)	0,898 (0,06)	0,161 (0,01)	0,444 (0,03)
Dummy 2	-4,628 (-0,33)	2,218 (0,16)	4,974 (0,36)	3,781 (0,27)	9,860 (0,69)
Deficiência hídrica	0,049 (0,98)	0,034 (0,69)	0,030 (0,59)	0,032 (0,63)	0,014 (0,28)
Geadas	-51,579 (-2,24)b	-50,613 (-2,17)b	-47,921 (-2,02)b	-49,383 (-2,10)b	-51,141 (-2,20)b
Aptidão edafo-climática	2,951 (5,66)a	2,755 (5,36)a	2,691 (5,12)a	2,717 (5,32)a	2,582 (4,97)a
Educação	-4,302 (-0,32)	-3,690 (-0,27)	-2,593 (-0,19)	-3,177 (-0,23)	-19,552 (-1,15)
Assistência técnica	0,349 (0,88)	0,379 (0,95)	0,404 (0,99)	0,392 (0,97)	-1,291 (-1,14)
Pesquisa regional	0,068 (2,27)b	0,022 (2,56)b	- 0,017	-	-
Pesquisa de São Paulo	-0,048 (-1,61)	-	(1,97)c	-	-
Pesquisa regional + São Paulo	-	-	-	0,010 (2,28)b	0,009 (2,19)b
Educação x assistência técnica	-	-	-	-	1,028 (1,59)
R2	55,391	53,503	51,615	52,578	54,475
F	8,41a	8,92a	8,27a	8,59a	8,11a
DW	1,68	1,76	1,72	1,75	1,77

(¹) Detalhes sobre a construção das variáveis encontram-se em VICENTE (78). Entre parênteses, valores da estatística "t"; níveis de significância: a = 1%; b = 5%; c = 10%.

QUADRO 12. – Equações com Pesquisa, Assistência Técnica, Educação, Condições do Tempo e Aptidão Edafo-Climática como Variáveis Explicativas do Índice de Produtividade do Trabalho na Agricultura, Brasil, 1970-80⁽¹⁾

Variável	Equação				
	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Constante	21,574 (0,38)	-1,870 (-0,04)	21,760 (0,42)	10,211 (0,92)	-12,217 (-0,21)
Dummy 1	-4,684 (-0,24)	-5,964 (-0,30)	-4,664 (-0,24)	-5,606 (-0,28)	-5,825 (-0,29)
Dummy 2	21,594 (1,06)	11,346 (0,58)	21,681 (1,12)	16,461 (0,85)	11,771 (0,58)
Deficiência hídrica	-0,093 (-1,32)	-0,072 (-1,02)	-0,094 (-1,35)	-0,083 (-1,19)	-0,070 (-0,98)
Geada	-4,985 (-0,15)	-6,430 (-0,19)	-4,952 (-0,15)	-6,326 (-0,19)b	-4,969 (-0,15)
Aptidão edafo-climática	0,479 (0,64)	0,772 (1,05)	0,477 (0,66)	0,622 (0,86)	0,726 (0,98)
Educação	66,095 (3,44)a	65,179 (3,34)a	66,110 (3,47)a	65,408 (3,41)a	78,043 (3,24)a
Assistência técnica	-0,802 (-1,41)	-0,847 (-1,47)	-0,802 (-1,43)	-0,828 (-1,46)	0,470 (0,29)
Pesquisa regional	0,001 (0,01)	0,070 (5,68)a	- 0,072	-	-
Pesquisa de São Paulo	0,071 (1,68)c	-	(6,05)a	-	-
Pesquisa regional + São Paulo	-	-	-	0,036 (5,96)a	0,037 (5,99)a
Educação x assistência técnica	-	-	-	-	-0,794 (-0,87)
R2	66,136	64,572	66,136	65,748	66,166
F	13,24a	14,13a	15,14a	14,88a	13,25a
DW	2,35	2,27	2,35	2,33	2,18

⁽¹⁾ Detalhes sobre a construção das variáveis encontram-se em VICENTE (78). Entre parênteses, valores da estatística "t"; níveis de significância: a = 1%; b = 5%; c = 10%.

Estado atuaria mais sobre a produtividade do trabalho, fator mais homogêneo do que a terra. A educação influenciaria a produtividade agregada de fatores e a produtividade do trabalho, enquanto que a assistência técnica agiria sobre a produtividade agregada via fatores modernos (máquinas e fertilizantes). Nesse caso, os resultados são menos conclusivos, um vez que esperar-se-ia significância dessa variável nas equações com a produtividade da terra e/ou trabalho como variáveis independentes, o que não ocorreu. Talvez estudos em que se disponha de alguma medida de intensidade (número de visitas ao mesmo produtor, por exemplo) e de qualidade dos serviços de assistência técnica, possam esclarecer melhor seus efeitos.

Quando as variáveis foram medidas em logaritmos, os resultados pioraram. EVENSON & JHA (32) obtiveram resultados semelhantes para a Índia, atribuindo a superioridade do ajuste linear, em relação a outro mais compatível com produtividades marginais decrescentes, a subinvestimentos em pesquisa, o que levaria a retornos constantes ou, mesmo, crescentes.

4.3 - Retornos Marginais dos Investimentos em Educação, Assistência Técnica e Pesquisa

A partir dos resultados dos modelos de regressão e dos custos médios da educação, pesquisa e assistência técnica foi possível efetuar os cálculos dos retornos marginais de investimentos nessas atividades, definidos como as diferenças no valor da produção agrícola, devidas às elevações nos índices médios de produtividade, motivadas por esses investimentos.

Para a escolaridade, partiu-se dos dados calculados por LANGONI (48) para os custos diretos (custos correntes da escola e custos de capital) por aluno, por ano e por curso em 1960 e 1969, com base em dados do Ministério do Planejamento constantes do Plano Decenal, considerando que os custos correntes do estudante (principalmente livros) representavam 5% dos custos correntes da escola por aluno, para o nível primário (o mais relevante no presente caso, uma vez que a escolaridade média da população rural era inferior a dois anos de estudo por pessoa). Para os cálculos de custos de capital foi considerada uma taxa real de juros de 12% como estimativa para o custo de oportunidade em São Paulo, SP, 37(1):19-48, 1990.

dade, chegando-se ao montante de Cr\$4.304,50 por ano de estudo e por aluno (em cruzeiro de 1980); não foram considerados custos indiretos.

Os custos dos produtores assistidos pelos programas de assistência técnica e extensão rural foram estimados a partir dos orçamentos da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) para os anos de 1974 e 1975, expurgados dos recursos destinados ao Programa de Sementes, conforme SILVA; FONSECA; MARTIN (70), e do número de produtores assistidos nesses mesmos anos, gentilmente cedidos pela CATI. Esse procedimento proporcionou o valor de Cr\$34.300,00 (em cruzeiro de 1980) como custo médio por produtor assistido. Outras atividades desenvolvidas pela CATI não diretamente relacionadas à assistência técnica (por exemplo, fiscalizações diversas) estão incluídas nesses custos, o que deve superestimar esses valores quando comparados aos de outros Estados que não os desenvolvam.

As atividades de pesquisa tiveram seu custo médio por artigo calculado a partir dos dados de SILVA (65), que estimou em Cr\$11.875.952.910,00 o investimento efetuado nas instituições de pesquisa do Estado de São Paulo no período 1960-80 (em cruzeiro de 1980); o número de artigos publicados no mesmo período em São Paulo (2.798), teve como fonte SILVA (64). O custo médio de cada artigo foi estimado, então, em Cr\$4.244.443,50 (em cruzeiro de 1980).

Os resultados tornam claro que os três aspectos abordados apresentam retornos positivos, notadamente a pesquisas (quadro 13). Com relação à escolaridade, os retornos parecem haver sido subestimados; os custos médios de um ano adicional de estudo utilizados dizem respeito tanto ao setor urbano como ao rural, cujos valores devem ser, na realidade, menores, uma vez que um só professor orienta alunos de diversas séries e que a infra-estrutura utilizada é diminuta em relação à existente em escolas urbanas. Programas destinados ao aumento da eficiência dos trabalhadores deveriam procurar aproximar as condições educacionais do meio rural daquelas disponíveis no meio urbano, preservadas suas especificidades; os retornos marginais seriam, então, provavelmente muito maiores do que os aqui estimados. Outro aspecto, já mencionado, diz respeito à medida de escolari-

QUADRO 13. – Retornos Marginais de Cr\$ 1 bilhão Investidos em Educação, Assistência Técnica e Pesquisa na Agricultura, Brasil, 1970-80⁽¹⁾

(em cruzeiro de 1980)

Variável	Elasticidade (2)	Índice de Produtividade (3)	Aumentos no índice devido ao investimento	Retorno marginal (4)
Educação	0,1499	107,0423	+0,003	1,08 ⁽⁵⁾ 1,54 ⁽⁶⁾
Assistência técnica	0,1877	107,0423	+0,84	8,61 ⁽⁷⁾
Pesquisa regional	0,0618	107,0423	+14,56	2.399,23 ⁽⁸⁾
Pesquisa regional + São Paulo	0,0507	107,0423	+11,95	1.969,15 ⁽⁸⁾

(1) Construída a partir dos coeficientes da equação 5 deste estudo, exceto para pesquisa regional, cujo coeficiente utilizado foi o da equação 3 da Tabela A.3.1. de VICENTE (78).

(2) Médias das elasticidades do índice de produtividade em relação às variáveis educação, assistência técnica e pesquisa, calculadas para todas as observações; as referentes à educação e assistência técnica levam em consideração a interação entre ambas.

(3) Ponto médio.

(4) Considerando-se o valor médio da produção dos anos de 1970, 1975 e 1980 para dezessete culturas, em bilhões de cruzeiros de 1980.

(5) Num horizonte de 35 anos, partindo-se da idade média de 30 anos para a população rural (que era a idade média de toda a população em 1970 e em 1980) e considerando que exerçam atividades até os 65 anos.

(6) Num horizonte de 50 anos, partindo-se da idade média de 15 anos para a população rural beneficiada pelos investimentos em educação, e considerando que exerçam atividades até os 65 anos.

(7) Num horizonte de 3 anos.

(8) Num horizonte de 20 anos, com retornos a partir do quinto.

Fonte: Dados da pesquisa, elaborados a partir de dados básicos do IBGE (7, 21, 22), da FGV (1, 57, 58) e do IEA (44).

dade utilizada, que é a média de toda a população rural e não a do tomador de decisões. Isso deve ter prejudicado a percepção do efeito considerado mais importante da educação, o efeito alocativo, que diria respeito não somente à capacidade de alocar mais corretamente os recursos entre linhas de produção concorrentes, mas também à capacidade de determinar os tipos e quantidades de recursos a serem utilizados no processo de produção (WELCH, 79). Essa afirmativa, de que o procedimento utilizado levaria, basicamente, à medida do efeito trabalhador, é reforçada calculando-se a elasticidade do índice de produtividade do trabalho com relação à educação a partir da equação 15 com o que se chega ao valor 0,9523 (quadro 12). Portanto, um aumento de 10% na escolaridade da população rural levaria a um aumento percentual quase idêntico no índice de produtividade do trabalho. Os retornos marginais atribuídos à assistência técnica e pesquisa podem, portanto, estar incorporando em alguma medida o efeito alocativo que seria proporcionado pela educação do tomador de decisões.

Ainda com relação aos dados de retornos marginais, considere-se que o horizonte de três anos dos retornos da assistência técnica passaria pela anterior adequação dos serviços de extensão para ampliar o número de produtores assistidos, da mesma forma que, se esses produtores adicionais cultivassem predominantemente culturas perenes, os retornos provavelmente iniciar-se-iam após alguns anos, quando essas culturas entrassem em produção, bem como teriam seus horizontes de atuação ampliados. Quanto às pesquisas, os dados, como já colocado anteriormente, impossibilitaram a separação dos efeitos da pesquisa regional e da desenvolvida em São Paulo. Portanto, os retornos concernentes à pesquisa regional incorporam os efeitos da pesquisa desenvolvida em São Paulo relativa aos principais produtos de cada Estado, que seriam, eventualmente, adaptadas pelas instituições regionais. Os altos valores encontrados devem ser relativizados tendo em vista que os retornos iniciar-se-iam a partir do quinto ano após a publicação dos resultados das pesquisas, existindo, obviamente, um hiato entre a aplicação dos recursos e o término dos estudos, o que não foi aqui considerado.

Retornos elevados à pesquisa agrícola em relação às atividades de extensão rural foram

também encontrados por EVENSON & JHA (32), na Índia. Aqueles autores lembram, todavia, que não se deve perder de vista o papel intermediário entre pesquisadores e produtores que é exercido pelos extensionistas.

Finalmente, os resultados apresentados endossam, também, os obtidos por THOMPSON (76), que trabalhando com dados censitários de 1970 concluiu que os investimentos em educação, pesquisa e extensão explicavam uma proporção das diferenças regionais de produtividade, ao menos igual à explicada pelos fatores tradicionais, de certa forma contradizendo a tese de que, no Brasil, o aumento da produção é explicado apenas pela expansão da área cultivada e da utilização de mão-de-obra.

5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Dos resultados obtidos no presente estudo é possível retirar algumas conclusões. Em primeiro lugar, os índices calculados indicaram que a produção agrícola cresceu 60% entre 1970 e 1980, com uma elevação no uso dos fatores terra, trabalho, fertilizantes, máquinas e culturas perenes, de 22%, o que resultou em uma elevação de 31% na produtividade desses mesmos fatores (taxa média anual de 2,70%). A produtividade do trabalho foi a que mais contribuiu para essa elevação (4,30% ao ano). Esses resultados deveram-se, basicamente, às Regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, cujas produtividades cresceram a taxas, em média, duas a três vezes maiores do que as da Região Nordeste, enquanto que as da Região Norte foram negativas.

Observou-se, também, que os investimentos em educação, extensão rural e pesquisa agrícola exerceram influências significativas sobre os ganhos de produtividade obtidos; isso leva a supor que se a ênfase dada aos mecanismos de mercado a partir de meados da década de sessenta tivesse sido acompanhada de igual vigor na ampliação da pesquisa agrícola e educação da população rural, o que foi de certa forma efetuado apenas para a assistência técnica, a produtividade agrícola poderia ter atingido níveis mais elevados. Esses investimentos, nas equações ajustadas, apresentaram altos retornos para pesquisa agrícola e assistência técnica, sendo os níveis menores, observados para

a educação, atribuídos à dificuldade de medir o efeito alocativo a partir dos dados disponíveis para educação da população além dos custos utilizados estarem superestimados.

Com relação à pesquisa agrícola, os resultados obtidos não permitiram medir separadamente os efeitos dos estudos regionais e dos desenvolvidos em São Paulo, da mesma maneira que não permitiram rejeitar a hipótese da influência dos artigos científicos elaborados nesse último Estado sobre as demais Unidades da Federação.

A dificuldade crescente de incorporar novas áreas ao processo de produção, uma vez que as distâncias maiores em relação aos centros consumidores dos produtos e produtores dos insumos elevam os custos, impõe que a agricultura comercial, nessas regiões, seja altamente produtiva. O crédito rural institucional vem experimentando racionamento na oferta e retração na quantidade demandada motivada pelos juros altos, o que o torna pouco adequado como instrumento de modernização. Esses fatos apontam para incrementos nos investimentos em educação, pesquisa e assistência técnica como uma alternativa racional, visando conseguir aumentos de produção e produtividade na agricultura. Naturalmente, a eficiência desses investimentos pode ser aumentada com o auxílio de mecanismos de mercado como, por exemplo, uma política consistente e confiável de preços de garantia, que reduzisse os riscos associados à produção na agricultura.

A partir do início da década de oitenta, os retornos aos investimentos efetuados em pesquisa agrícola, via Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), devem ter contribuído de forma decisiva para elevar a produtividade na agricultura, o que poderá ser comprovado empiricamente com a utilização de instrumental quantitativo similar ao aqui desenvolvido, tão logo os dados do Censo Agropecuário de 1985 estejam disponíveis.

LITERATURA CITADA

1. AGROPECUÁRIA: preços médios de arrendamentos, vendas de terras, salários, serviços. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, vários anos.
Agricultura em São Paulo, SP, 37(1):19-48, 1990.

2. ALVES, Eliseu R.A. Apresentação. In: ARAÚJO, Paulo F.C. & SCHUH, George E., coords. *Desenvolvimento da agricultura*. São Paulo, Pioneira, 1975. p.xi-xix. (Educação, Pesquisa e Assistência Técnica, 2)
3. _____. *A produtividade agrícola*. Brasília, s.c.p., 1979. 34p.
4. _____. & SCHUH E. *The economic evaluation of the impact of extension programs: a suggested methodology and application to ACAR in Minas Gerais, Brazil*. s.n.t. 32p.
5. ALLEN, R.C. & DIEWERT, W.E. Direct versus implicit superlative index number formulae. *Review of Economics and Statistics*, Amsterdam, 63(3):430-435, aug. 1981.
6. ANJOS, Natanael M. dos; YAMAGUIISHI, Caio T.; CARVALHO, Flávio C. de. *Análise do setor agrícola brasileiro*. São Paulo, Secretaria da Agricultura IEA, 1988. 162p. (Relatório de Pesquisa, 03/88)
7. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. - Rio de Janeiro, IBGE, 1957, 1969-1982.
8. AYER, H.W. & SCHUH, George E. Taxa de retorno social e outros aspectos da pesquisa agrícola: o caso do algodão no Estado de São Paulo. In: ARAÚJO, Paulo F.C. & SCHUH, George E., coords. *Desenvolvimento da agricultura*. São Paulo, Pioneira, 1975. p.117-137. (Educação, Pesquisa e Assistência Técnica, 2)
9. BALTAGI, B.H. & GRIFFIN, J.M. A general index of technical change. *Journal of Political Economy*, Chicago, 96(1):20-41, Jan. 1988.
10. BARBOSA; M.M.T.L.; CRUZ, E.R.; ÁVILA, A.F.D. Benefícios sociais e econômicos de pesquisa da EMBRAPA: uma reavaliação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

- ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 26., Fortaleza, 1988. Anais Brasília, SOBER, 1988.
11. BECKER, G. *Human capital*. New Jersey, Princeton University, 1964.
 12. BERNDT, E.R. & CHRISTENSEN, L.R. Testing for the existence of a consistent aggregate index of labor inputs. *American Economic Review*, Nashville, 64(3):391-404, June 1974.
 13. BLAUG, M. The rate of return in investment in education in Great Britain. *The Manchester School*, Manchester, 23:5-261, 1965.
 14. BOLETIM AGROCLIMATOLÓGICO. Brasília, Ministério da Agricultura, INEMET, 1969-1970, 1974-1975, 1979-1980.
 15. BRASIL. Ministério da Agricultura. SUPPLAN. *Aptidão agrícola das terras*. Brasília, BINAGRI, 1979. 21v.
 16. CARVALHO, C.H. *Avaliação econômica de um serviço de extensão rural: o caso da EMATER-MG em Minas Gerais*. Viçosa, Universidade Federal, 1976. 102p.
 17. CASTRO, C.M. *Investimento em educação no Brasil: um estudo de duas comunidades industriais*. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1973. 220p. (Monografia, 12)
 18. CAVES, D.W.; CHRISTENSEN, L.R.; DIEWERT, W.E. Multilateral comparisons of output, input, and productivity using superlative index numbers. *Economic Journal*, Cambridge, 92(2):73-86, Mar. 1982.
 19. _____; _____; _____. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *Econometrica*, Bristol, 50(6):1393-1414, Nov. 1982.
 20. _____; _____; SWANSON, J.A. Productivity growth, scale economies, and capacity utilization in U.S. railroads, 1955-74. *American Economic Review*, Nashville, 71(5):994-1002, Dec. 1981.
 21. CENSO AGROPECUÁRIO. Rio de Janeiro, IBGE, 1970, 1975, 1980.
 22. CENSO DEMOGRÁFICO. Rio de Janeiro, IBGE, 1970, 1980.
 23. CHRISTENSEN, L.R. Concepts and measurement of agricultural productivity. *American Journal of Agricultural Economics*, Lexington, 57(5):910-915, Dec. 1975.
 24. CUNHA, A.C. & DAGUER, R.J. Crescimento agrícola: área x produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 20., Curitiba, 1982. Anais. Brasília, SOBER, 1982.
 25. DIAS, Guilherme L.S. Avaliação do serviço de extensão rural: considerações gerais sobre o impacto econômico da extensão rural. In: ARAÚJO, Paulo F.C. & SCHUH, George E., coords. *Desenvolvimento da agricultura*. São Paulo, Pioneira, 1975. p.207-238. (Educação, Pesquisa e Assistência Técnica)
 26. DIEWERT, W.E. Exact and superlative index numbers. *Journal of Econometrics*, Amsterdam, 4(2):115-145, May 1976.
 27. _____. Superlative index numbers and consistency in aggregation. *Econometrica*, Bristol, 46(4):883-900, July 1978.
 28. DOMAR, E.D. On the measurement of technological change. *Economic Journal*, London, 72(4):709-729, Dec. 1961.
 29. EICHHORN, W. Fisher's tests revisited. *Econometrica*, Bristol, 44(2):247-256, Mar. 1976.

30. ENGLER, J.J.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.
31. EVENSON, R.E. The contribution of agricultural research to production. *Journal of Farm Economics*, Ithaca, 49(5):1415-1425, Dec. 1967.
32. _____ & JHA, D. The contribution of agricultural research system to agricultural production in India. *Indian Journal of Agricultural Economics*, Delhi, 28(4):212-230, Oct. 1973.
33. _____ & KISLEV, Y. Research and productivity in wheat and maize. *Journal of Political Economy*, Chicago, 81(6):1309-1329, Nov./Dec. 1973.
34. _____ & _____. Investment in agricultural research and extension: a survey of international data. *Economic Development and Cultural Change*, Chicago, 23(5):507-521, 1975.
35. FANE, G. Education and managerial efficiency of farmers. *Review of Economics and Statistics*, Amsterdam, 57(4):452-461, Nov. 1975.
36. FISHER, I. *The making of index numbers*. Boston, Houghton Mifflin Co., 1922.
37. FONSECA, Maria A.S.; ARAÚJO, Paulo F.C.; PEDROSO, I.A. *Retorno social os investimentos em pesquisa na cultura do café*. São Paulo, Secretaria da Agricultura, IEA, 1979. 25p. (Relatório de Pesquisa, 03/79)
38. GIBBON, V.H. Taxas de retorno dos investimentos em educação no Brasil: uma análise desagregada. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, 29(3):109-133, jul. 1975.
39. GISSER, M. *Schooling and agricultural* *Agricultura em São Paulo*, SP, 37(1):19-48, 1990.
- labor force. Chicago, University of Chicago, 1962. 64p. (Tese-Doutorado)
40. GRILICHES, Z. Despesas em pesquisa e educação na função de produção agrícola agregada. In: ARAÚJO, Paulo F.C. & SCHUH, George E., coords. *Desenvolvimento da agricultura*. São Paulo, Pioneira, 1975. p.101-116. (Educação, Pesquisa e Assistência Técnica, 2)
41. HAYAMI, Y. & RUTTAN, V.W. Diferenças de produtividade agrícola entre Nações. In: ARAÚJO, Paulo F.C. & SCHUH, George E., coords. *Desenvolvimento da agricultura*. São Paulo, Pioneira, 1975. p.77-99. (Educação, Pesquisa e Assistência Técnica, 2).
42. HOFFMANN, Rodolfo & VIEIRA, S. *Análise de regressão: uma introdução à econometria*. São Paulo, Hucitec/EDUSP, 1977. 339p.
43. HUFFMANN, W.E. Decision making: the role of education. *American Journal of Agricultural Economics*, Ithaca, 56(1):85-96, Feb. 1974.
44. INFORMAÇÕES ECONÔMICAS. São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, IEA, 1970, 1975, 1980.
45. JOHNSTON, B.F. & MELLOR, J.W. The role of agriculture in economic development. *American Economic Review*, Nashville, 51(4):566-593, Sept. 1961.
46. JORGENSON, D.W & GRILICHES, Z. The explanation of productivity change. *Review of Economic Studies*, London, 34(3):249-283, July 1967.
47. _____ & NISHIMIZU, M. U.S. and Japanese economic growth, 1952-1974; an international comparison. *Economic Journal*, London, 88(4):707-726, Dec. 1978.
48. LANGONI, Carlos G. A rentabilidade social dos investimentos em educação no

- Brasil. In: ENSAIOS econômicos: homenagem a Otávio Gouvêa de Bu-
lhões. Rio de Janeiro, APEC,
1972. p.343-378.
49. LAU, L.J. On exat index numbers. *Review
of Economics and Statistics*, Amsterdam,
61(1):73-82, Feb. 1979.
50. LOOCKHEED, M.E. et alii. Farmer educa-
tion and farm efficiency: a sur-
vey. *Economic Development and Cul-
tural Change*, Chicago, 29(1):37-76, Jan.
1980.
51. MORICOCI, Luiz; NEVES, Evaristo M.;
ARAÚJO, Paulo F.C. Pesquisa e assis-
tência técnica na citricultura: custos e re-
tornos sociais. *Revista de Economia
Rural*, Brasília, 19(2):189-203, abr./jun.
1981
52. NADIRI, M.I. Some approaches to the
theory and measurement of total factor
productivity: a survey. *Journal of Eco-
nomic Literature*, Nashville,
8(4):1137-1177, Oct. 1970.
53. PASTORE, Afonso C.; ALVES, Eliseu R.A.;
RIZZIERE, J.A.B. A inovação induzida
e os limites à modernização na agricultu-
ra brasileira. *Revista de Economia Ru-
ral*, Brasília, 14(1):257-285, jan./1976.
54. PATRICK, G.F. Fontes de crescimento na
agricultura brasileira. In: CONTADOR,
Claudio R. *Tecnologia e desenvolvi-
mento agrícola*. Rio de Janeiro,
IPEA/INPES, 1975. p.89-110. (Série
Monográfica, 17)
55. _____ & KEHRBERG, E.W. Custos e
retornos da educação em cinco áreas da
Região Leste do Brasil. In: ARAÚJO,
Paulo F.C. & SCHUH, George E., coords.
*Desenvolvimento da agricultu-
ra*. São Paulo, Pioneira,
1975. p.17-34. (Educação, Pesquisa
e Assistência Técnica, 2)
56. PENNA, J.A & MONTEIRO, A.A. A taxa
Agricultura em São Paulo, SP, 37(1):19-48, 1990.
- de retorno da pesquisa e extensão agri-
cola do cacau brasileiro. *Estudos Eco-
nômicos*, São Paulo, 6(3):51-82,
set./dez. 1976.
57. PREÇOS PAGOS PELOS AGRICULTO-
RES. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio
Vargas, vários anos.
58. RETROSPECTIVA DA AGROPECUÁ-
RIA. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio
Vargas, vários anos.
59. RIBEIRO, J.L. A contribuição da educa-
ção na produção agrícola. *Revista de
Economia Rural*, Brasília, 17(4):86-118,
set. 1979.
60. RIBEIRO, J.P. & WHARTON Jr., C.R. O
programa ACAR em Minas Gerais, Bra-
sil. In: ARAÚJO, Paulo F.C. & SCHUH,
George E., coords. *Desenvolvimento
da agricultura*. São Paulo, Pioneira,
1975. p.141-166. (Educação, Pesqui-
sa e Assistência Técnica, 2)
61. SAMUELSON, P.A. & SWAMY, S. Inva-
riant economic index numbers and cano-
nical duality: survey and synthe-
sis. *American Economic Review*, Nash-
ville, 64(4):566-593, Sept. 1974.
62. SCHULTZ, T.W. *A transformação da
agricultura tradicional*. Rio de Janeiro,
Zahar, 1965. 208p.
63. _____. The value of the ability to deal
with disequilibria. *Journal of Econo-
mic Literature*, Nashville, 13(3):872-876,
July, 1975.
64. SILVA, Gabriel L.S.P. da. *Pesquisa, tec-
nologia e rendimento dos principais pro-
dutos da agricultura paulista*. São
Paulo, Secretaria de Agricultura e Abas-
tecimento, IEA, 1986. (Relatório de
Pesquisa 12/86)
65. _____. *Produtividade agrícola, pes-
quisa e extensão rural*. São Paulo,
IPE/USP, 1984. (Série Ensaio Econô-
micos, 40)

66. _____. Reflexões sobre o papel da agricultura no Brasil. *Agricultura em São Paulo*, SP, 29(1/2):1-20, 1982.
67. _____ & CARMO, Heron C.E. Como medir a produtividade agrícola: conceitos, métodos e aplicações no caso de São Paulo. *Agricultura em São Paulo*, SP, 33(1/2):139-170, 1986.
68. _____; CASER, Denise. V.; VICENTE, José R. Efeitos das condições do tempo sobre a produtividade agrícola no Estado de São Paulo. *Revista de Economia Rural*, Brasília, 23(1):3-19, jan./mar. 1985.
69. _____; FONSECA, Maria A.S.; MARTIN, Nelson B. Pesquisa e produção agrícola no Brasil. *Agricultura em São Paulo*, SP 26(2):175-253, 1979.
70. _____; _____; _____. Investimento na geração e difusão de tecnologia agrícola no Brasil. *Agricultura em São Paulo*, SP, 28(1/2):1-17, 1981.
71. _____; _____; _____. Os rumos da pesquisa agrícola 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.
72. SMITH, G. A política agrícola brasileira: 1950-1967. In: ARAÚJO, Paulo F.C. & SCHUH, George E., coords. *Desenvolvimento da agricultura: estudo de caso*. São Paulo, Pioneira, 1983. v.4, p.213-256. (Série Estudos Agrícolas)
73. SOLOW, R. Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, Amsterdam, 30(3):312-320, Aug. 1957.
74. STAR, S. & HALL, R.E. An approximate Divisia index of total factor productivity. *Econometrica*, Bristol, 44(2):257-263, Mar. 1976.
75. THAME, A.C.M; VICENTE, José R.; VICENTE, Maria C.M. Escolaridade e mão-de-obra rural no Brasil, 1970-80. *Agricultura em São Paulo*, SP, 34(1/2):141-183, 1987.
76. THOMPSON, R.L. *The metaproduction function for brasilian agriculture: an analysis of productivity and other aspects for agricultural growth*. Indiana, Purdue University, 1974. 177p. (Tese-Doutorado)
77. VERA Fº, F. & TOLLINI, H. Progresso tecnológico e desenvolvimento agrícola. In: VEIGA, Alberto, coord. *Ensaio sobre política agrícola brasileira*. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1975. p.87-136.
78. VICENTE, José R. *Influência de educação, pesquisa e assistência técnica na produtividade da agricultura brasileira na década de setenta*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1989. 193p. (Tese-Mestrado)
79. WELCH, F. Education in production. *Journal of Political Economy*, Chicago, 78(1):35-39, jan. 1970.