

DISPONIBILIDADE DE TECNOLOGIA ENTRE PRODUTOS DA AGRICULTURA BRASILEIRA

Fernando B. Homem de Melo*

SINOPSE

A política econômica atual exige que a agricultura produza, simultaneamente, mais alimentos, exportáveis e cana-de-açúcar para álcool. A compatibilização desses objetivos depende, em parte, da melhoria da produtividade da terra, que, por seu lado, é afetada pelo padrão de mudança tecnológica. Este estudo examina a questão de disponibilidade de tecnologia entre produtos da agricultura brasileira, através do exame do esforço de pesquisa desenvolvido pelo setor público, a níveis federal e estadual. O objetivo principal é, através do esforço público na geração de novas tecnologia, detectar possíveis desigualdades entre produtos de mercado externo e interno. Para tal, examinaram-se, de início, a questão de tecnologia agrícola do ponto de vista de teoria econômica e, posteriormente, as evidências com respeito à geração de novos conhecimentos para onze produtos incluídos naqueles dois grupos.

SUMMARY

The Present economic policy in Brazil is requiring a simultaneous increase in the production of food, exportables and sugarcane for alcohol. The compatibility of these objectives partially depends on the improvement of land yields which, in turn, is affected by the pattern of technological change. This paper looks at the question of availability of new technologies over time for several products in Brazilian agriculture, through an examination of the realized effort by the public sector, federal and state. The main objective is to detect possible inequalities among exportable crops and those for the domestic market. At first we look at the question of agricultural technology from the point of economic theory and, following that, to the available evidences with respect to the generation of new knowledge for eleven crops in those two groups.

* Professor do Instituto de Pesquisas Econômica, da Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo. O autor reconhece e agradece os comentários, a uma outra versão deste trabalho, de Angelo Pais de Camargo, Armando Conagim, Eliseu Alves, Juan H. Moldau e Túlio Barbosa. Aquela versão, correspondente à Tese de Livre-docência do autor, foi apresentada à Faculdade de Economia e Administração da USP em maio de 1978.

DISPONIBILIDADE DE TECNOLOGIA ENTRE PRODUTOS DA AGRICULTURA BRASILEIRA

Fernando B. Homem de Melo

1. INTRODUÇÃO

Os trabalhos que procuram analisar o papel da agricultura no desenvolvimento econômico identificam, entre outras, duas funções que servirão para delimitar a área da análise a ser realizada neste estudo. Essas duas funções são: i) prover de alimentos e matérias-primas os consumidores dos setores agrícola e não-agrícola; e ii) proporcionar exportações nas formas primária ou após processamento, gerando divisas para as importações. No quadro atual da economia brasileira, essas duas funções aparecem de forma bastante destacada. Isto porque, de um lado, a delicada situação do nosso balanço de pagamentos, a partir de 1974 com a crise do petróleo, estabelece uma pressão sobre o setor agrícola exportador para obtenção de crescentes excedentes exportáveis; de outro lado, o debate que se efetuava sobre aspectos distributivos do nosso desenvolvimento econômico, a partir dos primeiros resultados do censo de 1970, tomou ímpeto com as dificuldades enfrentadas pela nossa economia, a partir de 1974. Nesse contexto, passou-se a questionar a "excessiva" abertura ao exterior da economia brasileira, em detrimento de aspectos fundamentais do atendimento do mercado interno, como a disponibilidade e preço relativo dos bens mais importantes para a parte da população com menores rendas.

Enquanto o aumento das exportações exige a alocação de recursos para esse fim, a evolução dos preços de produtos transacionados no mercado interno passa a ser observada como indicador da questão distributiva; no curto prazo, pelo menos, uma melhoria no desempenho destes últimos deve afetar, através da exigência de recursos, o desempenho do setor agrícola de exportação, em termos de produção e quantidade exportada. Ainda que reconhecendo a existência desse conflito no curto prazo, aqueles que preconizam uma maior ênfase ao atendimento do mercado interno argumentam que o quadro desfavorável de produção e preços é consequência de uma sistemática penalização, através de instrumentos de nossa política agrícola, ao longo tempo.

Essa controvérsia será o ponto de partida para a análise a ser desenvolvida neste trabalho, apesar de não se ter a pretensão de examinar a política agrícola de modo mais abrangente, na sua influência entre os produtos de mercado interno e externo. Ao contrário, estar-se-á concentrando apenas na questão de geração, por parte de instituições públicas, de tecnologias aplicáveis às culturas desses dois grandes grupos. A escolha desta questão para um exame mais detalhado é um reflexo do

gradativo destaque que aspectos de mudança tecnológica e produção agrícola têm merecido na literatura econômica nacional e internacional.

A esse respeito, é interessante notar que, desde meados da década de 50, quando os primeiros estudos passaram a enfatizar o "progresso tecnológico" como fator significativo para a explicação do crescimento econômico dos Estados Unidos, inclusive do setor agrícola, a literatura tem dedicado grande atenção às questões relacionadas à geração e adoção de novas tecnologias e ao seu potencial para a solução dos problemas de produção, preço de alimentos e renda dos agricultores. No caso específico deste trabalho, está presente a hipótese de que a geração de novos conhecimentos, por parte de instituições públicas de pesquisa agrônômica, é um fator importante, afetando a alocação de recursos entre as diversas alternativas de produção. Desse modo, fica sendo relevante o exame do esforço público na geração de novas tecnologias, visando a detectar possíveis desigualdades entre produtos de mercado externo e interno.

Este trabalho está dividido em duas partes: na primeira, a mais ampla, ocupou-se, de início, com a questão de tecnologia agrícola do ponto de vista de teoria econômica e, em seguida, apresentaram-se algumas evidências com respeito à geração de novos conhecimentos para onze produtos, incluídos nas categorias de mercado interno e externo, além de se procurar investigar a realização de transferência desses conhecimentos, de São Paulo para outros estados produtores. Este último ponto é, também, coberto na segunda parte, quando se procurou rever a evolução de rendimentos por unidade de área, para os mesmos produtos no Brasil e em diversos estados, ligando essa evolução ao padrão de mudança tecnológica detectado na parte anterior. Alguns comentários adicionais encerram o trabalho.

2. DISPONIBILIDADE DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA

2.1. Considerações Iniciais

Desde os primeiros anos da década de 50, com a grande ênfase, em países como os Estados Unidos, ao crescimento econômico como um objetivo de política, inúmeros estudos na literatura econômica têm procurado determinar as fontes desse crescimento. O trabalho pioneiro de SOLOW (43), utilizando uma função de produção agregada, concluiu que a maior parte do crescimento verificado no produto por trabalhador, no período 1909-49, para o setor privado não-agrícola nos Estados Unidos, era devida à mudança tecnológica e apenas uma pequena parte, à formação de capital; mudança tecnológica, nesse caso, incluía tudo aquilo afetando o produto por trabalhador, com exceção do investimento em máquinas e equipamentos.

Por outro lado, GRILICHES (14, 15) argumentou que o entendimento do fenômeno do crescimento econômico não era muito melhorado, quando se denominava o resíduo não explicado pela formação de capital e aumento da força

de trabalho, como mudança tecnológica. Daí, a sua proposta de que alterações no produto fossem explicadas pela quantidade e qualidade dos fatores e por economias de escala; para o caso da agricultura americana, Griliches considerou educação e dispêndio governamental em pesquisa agrônômica e extensão, entre os fatores contribuindo para o aumento da produtividade. O resultado obtido por GRILICHES (15) foi que esse dispêndio, uma "proxy" para a disponibilidade de novos conhecimentos, afetava o nível da produção agrícola de modo significativo e que a sua taxa social de retorno era bem elevada.

Posteriormente, vários autores procuraram investigar a validade econômica da participação do setor público na pesquisa agrícola, inclusive em países menos desenvolvidos, em geral concluindo pela existência de altas taxas de retorno a investimentos dessa natureza¹. Entretanto, ao tomarem a presença do setor público nessa atividade, faltava uma caracterização mais precisa da razão econômica justificando essa participação, em um sistema econômico predominantemente de mercado; além do mais, faltava um modelo teórico de como as decisões de investimento no setor público eram tomadas e quais as forças econômicas que poderiam afetá-las.

Um passo importante nessa direção foi dado por HAYAMI & RUTTAN (17), ao formularem a hipótese de que o processo de mudança tecnológica é dirigido para um caminho eficiente, através dos sinais de preços de mercado; as condições fundamentais para isso seriam que esses preços refletissem adequadamente alterações de oferta e demanda de produtos e fatores, e que existisse uma efetiva interação entre agricultores, instituições de pesquisa e firmas privadas de insumos². A interação entre agricultores e o setor público seria facilitada pela existência de associações de agricultores e por um sistema descentralizado de pesquisa³.

Nas partes seguintes desta seção pretende-se, em primeiro lugar, discutir alguns aspectos teóricos envolvidos na questão de geração de novas tecnologias com aplicação no setor agrícola; a seguir, procurar-se-á complementar alguns trabalhos já existentes, em termos de evidências empíricas adicionais. Nesse contexto, estar-se-á trabalhando com um grupo de onze produtos, incluindo alguns tipicamente de mercado interno, outros de mercado externo e, ainda, alguns que ficam em uma posição intermediária, isto é, não aparecem consistentemente em nossa pauta de exportações. No primeiro grupo estão arroz, batata, feijão, cebola e mandioca, no segundo estão algodão, café, soja e cana-de-açúcar, enquanto que o terceiro inclui

¹ Entre outros, GRILICHES (12, 13), para o milho híbrido nos Estados Unidos, AYER SCHUH (3), para o algodão em São Paulo, e AKINO & HAYAMI (2), para o caso do melhoramento com arroz no Japão.

² A maior contribuição de HAYAMI & RUTTAN (17) está exatamente no componente do modelo incluindo a presença do setor público.

³ Veja GUTTMAN (16), para um modelo econômico de grupos de interesse e sua aplicação para o caso da pesquisa agrícola nos Estados Unidos.

milho e amendoim⁴. De modo geral, esses produtos são importantes, tanto com respeito às exportações totais, quanto com relação aos pesos no orçamento familiar com alimentos. Quanto a este último aspecto, é importante fazer uma diferenciação entre os produtos domésticos: isto é, arroz e feijão estão em plano bem superior à batata, cebola e mandioca, tanto em termos nutricionais como orçamentários. De um lado, esses dois produtos sozinhos representam 32% das calorias e 39% das proteínas consumidas pelas famílias pobres em 1971 em São Paulo (1); de outro, eles representam 10 - 15% da despesa total das famílias com menos de 3,5 salários mínimos de renda mensal (22).

2.2. Aspectos Teóricos na Geração de Tecnologias

A atividade de pesquisa agrícola, entendida como um investimento visando à obtenção de novos conhecimentos e insumos com utilização na agricultura, envolve o aspecto fundamental de uso de recursos escassos no presente para a obtenção de retornos no futuro; por outro lado, essa caracterização ainda deixa em aberto considerações a respeito das instituições mais apropriadas para se realizarem esses investimentos e conseguir colocar à disposição dos agricultores um fluxo contínuo de novos conhecimentos⁵. Ainda que vários trabalhos tenham concluído pela ocorrência de elevadas taxas de retorno social, certas dificuldades devem ser salientadas. HAYAMI & RUTTAN (17), por exemplo, consideram que a mudança tecnológica é um dos produtos mais difíceis de serem obtidos nos estágios iniciais do desenvolvimento econômico; as dificuldades seriam a necessidade de pessoal qualificado, o grande período de gestação, além da grande incerteza quanto à obtenção de resultados efetivos⁶.

Quanto às instituições mais apropriadas, do ponto de vista econômico, para o desenvolvimento dessas atividades, a própria literatura tem constantemente salientado que algumas formas de capital podem ter problemas sérios de acumulação, caso excessiva confiança seja depositada nas forças de mercado, para a sua realização⁷; o problema estaria na incapacidade natural do sistema de mercado, em função das características de determinados bens, inclusive os de produção. Alguns dos conhecimentos que podem ser obtidos apresentam as características de bens públicos, ou, pelo menos, de bens com efeitos externos significativos; estes correspondem a um dos extremos da gama possível de bens, isto é, bens tipicamente privados, de um lado, passando por bens gerando efeitos externos (positivos ou negativos) e chegando aos bens públicos, no outro extremo.

⁴ Para maiores detalhes, veja HOMEM DE MELO(20). O ponto básico para a distinção é identificado como sendo a exposição ou não-exposição às forças de mercado internacional de produtos agrícolas de maneira direta e imediata. As principais forças seriam preços internacionais e a taxa de câmbio. Os produtos domésticos (mercado interno) teriam seus mercados funcionando como em uma economia fechada.

⁵ Estar-se-á sempre pensando em tecnologia como o conjunto de conhecimentos relevantes à capacidade do homem, como agente econômico, de controlar o ambiente natural com o objetivo de produzir bens; por outro lado, uma mudança tecnológica corresponde a uma alteração no nível desse conhecimento, podendo, é claro, estar associada à descoberta de novos insumos materiais (24). Portanto, tecnologia corresponde à forma em que o conhecimento é revelado na produção de bens (9). No decorrer do trabalho, os termos mudança, progresso e desenvolvimento tecnológico serão usados como significando o mesmo.

⁶ Ver NELSON (28), e KISLEV (23), este último, especificamente quanto à pesquisa agrícola.

⁷ Na literatura teórica de bens públicos, ver NATH (27), SINGER (41), MILLWARD (25).

Efeitos externos existem, entre produtores, entre consumidores, ou entre representantes desses dois grupos, desde que duas condições sejam obedecidas: primeiro, interdependência nas ações de indivíduos ou firmas, em termos de funções de utilidade e funções de produção, e, segundo, o fato de não se verificar a compensação monetária entre as partes envolvidas (27). No caso de alguns dos conhecimentos obtidos com a pesquisa agrícola, essas condições poderiam prevalecer; em outras palavras, eles poderiam ser utilizados como insumos na produção agrícola por diversos agricultores simultaneamente, mas os produtores desses novos conhecimentos podem não ter condições de se apropriarem da parte dos benefícios necessária à criação do retorno econômico ao investimento realizado. Essa incapacidade resultaria da impossibilidade de se excluírem os não pagantes da utilização do conhecimento com valor na produção agrícola⁸. A existência desse impasse caracterizaria o caso tradicionalmente conhecido como incapacidade do mercado ("market failure")⁹, em nosso caso, de alocação de recursos para a produção de conhecimentos.

Um dos principais problemas causados pela existência de bens nessas categorias está relacionado à quantidade a ser proporcionada de cada um deles; caso o problema fosse deixado às forças de mercado, a quantidade ofertada seria inferior à ótima, do ponto de vista de eficiência alocativa, pois os ganhos privados seriam menores do que os ganhos sociais¹⁰. No caso extremo de bens públicos, a decisão a respeito de quantidades deveria ser feita coletivamente através do processo político e os usuários dos bens não deveriam pagar pela sua utilização¹¹.

Quanto à pesquisa agrícola, alguns dos produtos (conhecimentos) obtidos enquadram-se nas categorias problemáticas, enquanto que para outros o problema não parece ser muito sério. Especificamente para a agricultura, EVENSON (7) utilizou uma classificação envolvendo cinco categorias de tecnologia: a) vegetal-biológica; b) animal-biológica; c) química; d) mecânica; e) administrativa. Em sentido mais amplo, diríamos que novos conhecimentos podem estar ou não incorporados a um insumo produtivo; por exemplo, na primeira categoria teríamos desde práticas culturais até novas variedades. Estas últimas poderiam incorporar tecnologia genética, na forma de resistência a doenças, resposta a fertilizantes e outras. Provavelmente, para as tecnologias química e mecânica, a incorporação de propriedades químicas e de engenharia no produto final, isto é, fertilizantes, herbicidas, máquinas, é mais abrangente. Outro aspecto importante, enfatizado por EVENSON (7), é que o valor

⁸ Os possíveis exemplos vão desde os conhecimentos da pesquisa científica básica (28) até conhecimentos agrícolas mais simples como épocas adequadas de plantio, preparo do solo, utilização de sementes selecionadas, rotação de culturas, adubação apropriada, conservação do solo e outras. A pesquisa científica seria aquela direcionada para o avanço do conhecimento em termos amplos (fatos experimentais, teoria), de modo a permitir a realização de previsões.

⁹ Ver o trabalho clássico de BATOR (4).

¹⁰ No caso geral de bens com efeitos externos, as soluções compreendem impostos-subsídios, regulamentação governamental, mecanismos preventivos, proibição total e outros; para uma discussão dessa natureza, ver MISHAN (26).

¹¹ Após a sua obtenção, um conhecimento deve estar disponível a todos, a custo zero, pois o uso por um agente não impede o uso por outro.

econômico de uma tecnologia é função das características econômicas de solo e clima, o que significa que um desenvolvimento tecnológico pode ter valores diferentes para regiões diferentes; esse é o chamado princípio de especificidade tecnológica¹².

Para as duas primeiras categorias da classificação de EVENSON (7), as questões de interdependência e não-compensação parecem ser mais sérias que nas categorias química e mecânica. A solução normalmente encontrada na presença de efeitos externos, através do sistema de proteção legal via patentes, contribui mais para o equacionamento do problema nestas duas últimas categorias que para as duas primeiras.

A esse respeito, é interessante notar que, segundo HAYAMI & RUTTAN (17), o sistema de patentes nos Estados Unidos conseguiu dar a proteção necessária aos investidores e produtores de tecnologia mecânica, gerando, assim, um fluxo contínuo de novos insumos durante o século dezenove; aliás, esse caso bem ilustra aquele componente do modelo de inovação induzida funcionando através do sistema de mercados e em resposta à evolução de variáveis econômicas, nesse caso sumariadas no preço relativo dos fatores terra e trabalho. Do mesmo modo, pode-se observar um setor privado bem atuante na área de tecnologia química, incluindo fertilizantes, herbicidas, inseticidas e outros produtos. Quanto ao primeiro, GLILICHES (12, 13) mostrou que o grande fator explicando o aumento da utilização de fertilizantes na agricultura americana, a partir da década de 40, foi a sensível queda no seu preço real, resultando da descoberta de novos processos de produção industrial; em estudo mais específico, SAHOTA (35) mostrou que metade do declínio no preço de fertilizantes podia ser atribuída ao crescimento da produtividade no setor, enquanto que a outra metade era devida à queda no preço de insumos utilizados e ao aumento da competição entre firmas.

Portanto, nesses setores de tecnologia química e mecânica, o problema alocativo é menos sério, resultando na existência de um setor privado com atividades de pesquisa bastante desenvolvida; o fato fundamental é que um novo conhecimento é incorporado em um bem de produção transacionado normalmente no mercado, o produtor estando protegido em seus direitos de propriedade por uma patente. Por outro lado, os casos das tecnologias vegetal biológica e animal-biológica devem apresentar problemas mais sérios; a esse respeito, é interessante notar a observação de HAYAMI & YAMADA (18) de que no Japão, país com as pesquisas concentradas visando ao desenvolvimento de novas tecnologias na área biológica, a participação do setor privado foi bastante pequena.

Com relação a esse tipo de tecnologia, as características de interdependência e não-compensação parecem estar presentes de maneira mais acentuada; isso se faz sentir tanto com respeito às firmas potencialmente produtoras de novos conhecimentos e aos agricultores, como usuários, como também entre as próprias

¹² Por exemplo, SCHULTZ (37) menciona que, em algumas áreas nos Estados Unidos, os agricultores continuavam a plantar a variedade comum de milho, pela simples razão de não se ter desenvolvido para essas áreas específicas uma variedade híbrida justificando a substituição. Veja, também, o recente trabalho de PERRIN & WINKELMAN (34), que enfatiza a importância do desenvolvimento de tecnologias aumentando rendimentos para os ambientes agroclimáticos dos agricultores.

firmas potencialmente produtoras de tecnologia. No primeiro caso, a exclusão de um agricultor que não se dispusesse a pagar pelo conhecimento poderia, em certos casos, ser extremamente difícil de ser realizada; o uso por um agricultor de determinadas práticas culturais não impede que essas mesmas práticas sejam utilizadas simultaneamente por outros agricultores.

Adicionalmente, mesmo que um sistema de proteção dos direitos de propriedade fosse tecnicamente viável, como o é em alguns casos, o problema econômico não poderia ser desprezado. Como bem enfatizado por EVENSON (7), esses dois tipos de tecnologia (vegetal-biológica e animal-biológica), mesmo que na forma de um insumo transacionável do mercado (exemplo, uma semente), incorporam uma tecnologia genética anteriormente desenvolvida e, mesmo, conhecimentos científicos mais básicos. Entretanto, a pesquisa científica básica, reconhecida como a grande contribuidora a avanços significativos em conhecimentos, apresenta as características de interdependência e não-compensação; nesse caso, a perspectiva de ganhos econômicos não seria suficiente para atrair investimentos privados em magnitude socialmente adequada¹³. A solução via patentes nem sempre é viável, em vista de programas de pesquisa dessa natureza demandarem tempo longo e de a patente poder ser obtida apenas quando resultados específicos sejam obtidos; mesmo que o sistema de patentes fosse possível, restaria o problema da limitação de acesso ao uso do novo conhecimento, já que o custo marginal social do uso de um conhecimento já desenvolvido é zero¹⁴.

Além das características do produto da atividade de pesquisa, relacionadas à presença de efeitos externos, alguns outros fatores podem ser mencionados como afetando a organização dessa atividade; por exemplo, a forma da função de produção da pesquisa agrícola e a organização do setor agrícola foram mencionados por HAYAMI & YAMADA (18). O primeiro incluiria dois aspectos: primeiro, possíveis economias de escala causadas pela interação entre pesquisadores na mesma ou em diferentes disciplinas e, segundo, a natureza estocástica do produto da atividade de pesquisa. O aspecto de interação pode ser caracterizado pela inclusão, como insumo na função de produção de um dado pesquisador, dos outros pesquisadores mais próximos a ele¹⁵. Por outro lado, o caráter altamente estocástico do produto da pesquisa implica em grande variância na função densidade probabilidade de lucro; o resultado, em condições de aversão ao risco, seria uma menor especialização nas pesquisas e um investimento total menor que o socialmente desejado (28).

¹³ O caso do desenvolvimento do milho híbrido, citado em NELSON (28), é interessante como exemplo; pesquisa do geneticista George Harrison Schull visava a avançar a ciência da genética e não o valor econômico dos cruzamentos obtidos.

¹⁴ É possível a criação de incentivos especiais visando à publicação rápida e completa de resultados, através da intervenção governamental. Ver NELSON (28).

¹⁵ É o caso de efeitos externos recíprocos entre funções de produção de diferentes pesquisadores da mesma instituição; a evidência empírica de EVENSON (6) indica que as maiores estações experimentais nos Estados Unidos apresentam um produto marginal, por dólar de pesquisa, maior que as estações menores.

Com relação ao setor agrícola propriamente, a distribuição dos ganhos econômicos resultantes de novos conhecimentos é afetada pela elasticidade-preço da demanda do produto; uma demanda suficientemente elástica poderá estimular o surgimento de uma organização de produtores dispostos a investir na geração de novos conhecimentos aplicáveis na produção, já que, nesse caso, a maior parte dos ganhos seria apropriada por eles mesmos; essa ação seria facilitada, se o número de agricultores envolvidos não fosse grande e estivessem bem concentrados, geograficamente¹⁶.

Essa questão da elasticidade-preço da demanda pode também ser colocada em termos da classificação de produtos acima apresentada. Para os produtos de mercado internacional, a demanda seria bem mais elástica que para os produtos de mercado interno; então, os ganhos econômicos de novas tecnologias seriam apropriados, em uma parcela bem maior, pelos produtores¹⁷. Para os produtos de mercados internos, ao contrário, os consumidores também seriam beneficiados de modo significativo¹⁸.

Finalmente, os benefícios advindos de novas tecnologias agrícolas não são necessariamente iguais entre agricultores, ainda que possam estar igualmente disponíveis a todos; a razão é o já mencionado princípio de especificidade tecnológica. Sendo uma tecnologia agrícola bastante específica quanto às condições de solo e clima, a localização dos agricultores será importante para uma maior participação nos benefícios. Essa característica, inclusive, coloca um limite para a transferência de tecnologia, não apenas entre países, mas também entre regiões, em um país como o Brasil¹⁹.

As considerações tecidas a respeito das características do produto (conhecimento) das atividades de pesquisa conduzem à conclusão de que a participação do setor público deve ser importante para se chegar a um nível de investimento socialmente adequado, principalmente quando os efeitos externos são mais acentuados. Essa conclusão deve ficar mais evidente quando se lembra que, na agricultura, o grande número e a dispersão geográfica dos produtores dificultam a formação de uma organização cooperativa de pesquisa; de qualquer modo, mesmo que viável, essa solução talvez enfatizasse mais os produtos com demanda altamente elástica, relativamente aos demais. Por outro lado, a solução privada esbarra nas dificuldades discutidas com relação ao sistema de patentes. De fato, a solução através de instituições de pesquisa agrícola, relacionadas ou não a universidades públicas, parece ser a organização mais usada em diversos países.

¹⁶ Por exemplo, SCOBIE (39) menciona que a possibilidade de exportação foi um importante fator estimulando os produtores de arroz na Colômbia a suportarem financeiramente os centros de pesquisa.

¹⁷ Ver AYER & SCHUH (3), para evidência dessa natureza no caso de algodão, com as pesquisas no Estado de São Paulo.

¹⁸ No caso do melhoramento de arroz no Japão, AKINO & HAYAMI (2) concluíram que, no caso de economia fechada e uma elasticidade-preço da demanda de -0,20, apenas os consumidores ter-se-iam beneficiado, enquanto que os produtores teriam perdido em bem-estar, em termos agregados.

¹⁹ Talvez um dos casos mais conhecidos seja o do milho híbrido nos Estados Unidos, estudado por GRILICHES (12, 13), em que o padrão de adoção da nova tecnologia seguiu de perto o padrão de lucratividade. Esta era afetada pelas condições ecológicas de cada região em relação à região em que a tecnologia foi desenvolvida – o chamado cinturão do milho. Veja, também, GUTTMAN (16).

2.3. Algumas Evidências Empíricas para o Brasil

Com relação ao desenvolvimento da pesquisa agrícola no Brasil, em termos de governo federal, duas fases parecem ter existido²⁰. A primeira, indo até o início da década de 70, teve início antes da Segunda Guerra e a segunda corresponde à completa reformulação de organização do sistema²¹, a partir de então. Na primeira fase, após alguns anos iniciais em que as principais estações experimentais foram instaladas e várias pesquisas conduzidas, o declínio do investimento foi marcante, principalmente a partir da década de 50; SCHUH & ALVES (36) atribuem essa mudança à definição da prioridade de industrialização no modelo de desenvolvimento. A falta de um suporte financeiro estáveis e a baixa qualificação dos pesquisadores, praticamente, conduziam aos demais problemas mencionados por SCHUH & ALVES (36): falta de contato com os produtores, experimentos repetitivos, nenhum critério de escolha de produtos e carência de pesquisa básica. A maioria dos experimentos envolvia nada mais do que competição de variedades e avaliação da resposta às aplicações de fertilizantes. Em termos de número publicações de pesquisa, os recentes trabalhos de SILVA; FONSECA; MARTIN (40, 41) mostram que todos os estados brasileiros (exceto São Paulo) tiveram, nos anos quarenta, cinquenta e sessenta, um número substancialmente menor que em São Paulo, tanto para os produtos exportáveis como para os domésticos. Entre os primeiros, um maior número de publicações foi encontrado para cana-de-açúcar e, entre os domésticos, para arroz no Rio Grande do Sul.

A nível estadual, PASTORE et alii (31) indicaram que apenas alguns, como São Paulo, Rio Grande do Sul e Minas Gerais, criaram e sustentaram instituições de pesquisa nos últimos cem anos, mas que apenas o esforço de São Paulo teve maior sucesso²². Em São Paulo, os investimentos estiveram divididos em quatro instituições principais: o Instituto Agrônomo de Campinas, fundado em 1887, o Instituto Biológico, a Divisão de Zootecnia e Nutrição Animal e o Departamento de Zoologia²³. O primeiro, além da sede em Campinas, contava com 16 estações experimentais espalhadas pelas diversas regiões do estado. A respeito do esforço paulista, é interessante mencionar que, em 1969, São Paulo dispunha de 720 pesquisadores, enquanto que o Ministério da Agricultura dispunha de 850 para todo o Brasil²⁴. Quanto a este último, o sistema era formado por nove institutos regionais com as respectivas redes de estações experimentais. Tomando-se o número de pesquisadores como um indicador do esforço de pesquisa, os maiores destaques ficavam para os institutos sediados em Recife, Sete Lagoas (MG), Rio de Janeiro (Km 47) e Pelotas (RS).

²⁰ Ver SCHUH & ALVES (36), PASTORE & ALVES (32). e PASTORE et alii (31), para as informações básicas a respeito dessa evolução. Neste trabalho, examinar-se-ão as evidências disponíveis para a primeira fase, isto é, até o início dos anos setenta. Acredita-se que essa fase seja a mais importante para o entendimento de certos problemas agrícolas até os dias de hoje.

²¹ Principalmente com a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA e as instituições estaduais de suporte.

²² PAIVA et alii (30) também destacam o Estado de Pernambuco através do instituto de Pesquisas Agrônomicas.

²³ Ver SCHUH & ALVES (36); nenhuma dessas instituições apresenta uma ligação direta com universidades.

²⁴ PAIVA et alii (30); é possível que em anos anteriores o número em São Paulo tenha sido maior que o do Brasil, pois, em 1969, talvez o esforço paulista já estivesse decrescendo e o do governo federal aumentando.

Por outro lado, quanto a resultados efetivamente obtidos, em contraposição ao simples número de pesquisadores, o relatório da Comissão de Alto Nível do governo federal, especialmente designada para a avaliação da pesquisa agropecuária brasileira, indicou resultados significativos, em termos de variedades mais produtivas, para o trigo no Rio Grande do Sul, cana-de-açúcar em Campos e no Rio de Janeiro e milho, algodão, café e citros em São Paulo. PASTORE; DIAS; CASTRO (33) mencionaram os casos de arroz no Rio Grande do Sul, cana-de-açúcar no Rio de Janeiro e São Paulo, assim como algodão e café neste último estado. Portanto, o Estado de São Paulo aparece novamente como responsável por boa parte de esforço e resultados obtidos com a pesquisa agrônômica. Este trabalho examinará, em maior detalhe, a contribuição paulista, em termos de novas tecnologias para os onze produtos acima mencionados.

Realmente, o trabalho de pesquisas em São Paulo, principalmente com café, cana-de-açúcar e algodão, não pode ser desprezado; por outro lado, culturas alimentares, como arroz e feijão, parecem ter estado em plano bem inferior quanto ao esforço de pesquisa²⁵, de acordo com os resultados obtidos por PASTORE; DIAS; CÁSTRO (33). Adicionalmente, ainda que as instituições fossem de âmbito estadual e se reconhece a especificidade da tecnologia, quanto às condições de clima e solo, deve ser um exagero assumir-se que apenas os agricultores paulistas se tenham beneficiado com a geração de novos conhecimentos, ao longo do tempo²⁶.

Em que pese que exemplos dessa transferência de conhecimentos pudessem ser obtidos nos casos de café e algodão, um recente histórico dos trabalhos de melhoramento da soja permite maiores detalhes para o caso desse produto²⁷. O programa de melhoramento nessa cultura, iniciado em 1973 com o recebimento de variedades americanas, evoluiu no sentido de cruzamentos abrangendo variedades adaptadas e variedades e linhagens norte-americanas. As linhagens L-326 e L-356, selecionadas em 1958, foram obtidas de plantas descendentes de cruzamentos efetuados em 1953. A variedade Santa Rosa, nome da cidade gaúcha onde teve lugar a sua multiplicação comercial a partir de 1963, corresponde à linhagem L-326, selecionada em 1958 no Instituto Agrônômico de Campinas. Em 1973, essa variedade foi plantada em 33% da área do Rio Grande do Sul, 35% da do Paraná, 66% da de São Paulo e 25% da de Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais. Outra variedade importante, a Hardee, de origem americana, foi introduzida e estudada a partir de 1965 no Instituto Agrônômico de Campinas; em 1973, essa variedade foi plantada em 20% da área gaúcha de soja e em 25% da paranaense²⁸.

²⁵ Também a soja tem sido mencionada como merecendo atenção da pesquisa em São Paulo. Ver também AYER & SCHUH (3), para uma investigação econômica mais detalhada no caso do algodão.

²⁶ O aproveitamento, por estados vizinhos, dos conhecimentos desenvolvidos em São Paulo, é um bom exemplo de efeitos externos interjurisdicionais (29), isto é, presença de interdependência e não-compensação. Essa possibilidade pode até contribuir para explicar porque o Paraná, um estado agrícola, até recentemente não tinha nenhuma instituição de pesquisa agrícola.

²⁷ Ver FUNDAÇÃO CARGILL (11), em que as informações do texto são baseadas.

²⁸ É interessante observar a razoável coincidência entre as datas em que essas variedades ficaram disponíveis e o início do acelerado crescimento da produção brasileira de soja, no fim dos anos sessenta, respeitando-se um certo tempo para a difusão do conhecimento.

Com relação à distribuição do esforço de pesquisa agrícola no Brasil e, principalmente, em São Paulo, o trabalho de PASTORE; DIAS; CASTRO (33) é importante por procurar estender o modelo de inovação induzida, através da consideração de condições adicionais para uma eficiente resposta do setor público às necessidades dos agricultores. Assim, o grau de concentração geográfica da produção, a possibilidade do produto ser industrializado e a viabilidade de transferência de tecnologia externa são considerados para vários produtos. Em maior ou menor grau, esses três fatores parecem ter atuado como estimuladores do esforço de pesquisa em algodão e cana-de-açúcar, enquanto que o primeiro foi mais significativo para o caso do café. Os casos do arroz e feijão, por outro lado, seriam exemplos em que a enorme dispersão geográfica da produção teria sido um bloqueador de maiores esforços de pesquisa²⁹. O caso do milho, segundo esses autores, representaria um "desvio", no sentido de um razoável esforço de pesquisa ter sido realizado, mas sem grande transferência dos resultados para o sistema produtivo e conseqüente impacto nos rendimentos por unidade área.

Esse caminho de PASTORE; DIAS; CASTRO (33) parece ser extremamente proveitoso para se entender o desempenho diferenciado entre produtos. Inclusive, em termos da nossa classificação de culturas, esses resultados já mostram um esforço bem maior para três produtos de mercado internacional, café, algodão e cana-de-açúcar, em relação a duas culturas de mercado interno, isto é, arroz e feijão. Adicionalmente, vale notar que, para os produtos estudados por PASTORE; DIAS; CASTRO (33) apenas a cana-de-açúcar, no Estado do Rio de Janeiro, e o arroz, no Rio Grande do Sul, apresentaram significativos resultados de pesquisa e crescimento da produtividade, conduzidos por outras instituições que não as de São Paulo.

Ainda com relação à classificação de produtos, e levando em conta a disponibilidade de tecnologia ao longo do tempo, algumas considerações podem ser tecidas. Em primeiro lugar, o desenvolvimento tecnológico para produtos de exportação seria um fator contribuindo para uma maior taxa de crescimento da produção e da exportação, sem maiores efeitos depressivos no preço recebido pelos agricultores (exceto o café). Por outro lado, essa ocorrência para o grupo de mercado interno, na ausência de intervenções governamentais, contribuiria para uma maior taxa de crescimento da produção e, dependendo das magnitudes, para menores preços reais³⁰.

2.4. As Evidências para São Paulo

Para verificar o esforço diferenciado de pesquisa agrícola entre produtos, decidiu-se examinar um indicador de resultados, isto é, o número de trabalhos

²⁹ Excetuando-se o arroz no Rio Grande do sul, onde a concentração do produto favoreceu o desenvolvimento da pesquisa agrícola local (33).

³⁰ Ao se computarem as taxas de crescimento de preços recebidos pelos agricultores durante o período 1948/76 (dados de São Paulo), o único produto apresentando uma taxa positiva e significativamente diferente de zero foi o feijão, com 2,82% ao ano. Veja HOMEM DE MELO (20).

publicados, por cultura, na revista **Bragantia**, do Instituto Agronômico de Campinas³¹. A utilização de um indicador dessa natureza pode ser encontrada na literatura empírica com os trabalhos de EVENSON (7, 8). Ele permite a obtenção de dados por cultura e por assuntos, além de representar uma medida do produto da pesquisa e não do uso de fatores; adicionalmente, a revista **Bragantia**, ao utilizar critérios de publicação, está selecionando o material mais relevante, em termos das pesquisas conduzidas ao longo do tempo. Por outro lado, é possível que nem todos os resultados de trabalhos realizados tenham sido publicados. Além do mais, o número de publicações não leva em conta aspectos qualitativos dos trabalhos³².

Vale notar, entretanto, que o período coberto para o levantamento de publicações, 1941/74, é grande, assim como o número de publicações observadas também é elevado; esses fatos devem contribuir para que algumas das desvantagens fiquem amenizadas e se possa ter maior confiança, principalmente quanto aos relativos entre culturas. Assim, o quadro 1 mostra a distribuição por produto dessas publicações de pesquisa, dividindo-se o período completo em oito quadriênios e o biênio final. Verificando, simplesmente, os totais por produto, chega-se à seguinte classificação em ordem decrescente: café, batata, feijão, algodão, milho, cana-de-açúcar, amendoim, soja, arroz, mandioca e cebola. Os resultados obtidos por SILVA; FONSECA; MARTIN (40, 41), ainda que incluindo outras instituições de pesquisa e, portanto, cobrindo um período mais longo, são bastante semelhantes, principalmente até o final dos anos sessenta. Isto é, há uma concordância no sentido de que café, algodão, batata, cana, milho e feijão foram os produtos mais contemplados quanto a resultados de pesquisa, ainda que a ordenação tenha variado um pouco nos dois estudos.

Alguns pontos relevantes devem ser considerados ao analisar-se esse resultado. Em primeiro lugar, mesmo com um número relativamente elevado de publicações, o caso do feijão pode ser diferente dos demais; por exemplo, é visível a concentração de suas publicações na parte final do período. Realmente, elas aparecem no fim da década de 50 e atingem um pico no fim da década de 60, decrescendo a partir daí. A maioria dos outros produtos apresenta picos no fim da década de 50 e início dos anos sessenta, tendo sido iniciadas bem mais cedo. Talvez o único outro produto assemelhando-se ao feijão é o arroz, ainda que em menor escala, pois o seu pico é atingido já no início dos anos setenta. Fica, portanto, a possibilidade de novos conhecimentos terem sido desenvolvidos mais tarde que para outros e, assim, não viabilizando um maior impacto na taxa de crescimento de rendimentos por hectare no período 1948/76³³; esse aspecto será analisado, em mais detalhe, logo a seguir.

³¹ Deve-se mencionar, a esta altura, que SILVA; FONSECA; MARTIN (40, 41) usaram a mesma metodologia para avaliar o esforço de pesquisa em São Paulo e, posteriormente, para o Brasil. Aparentemente, foram esforços ocorrendo simultaneamente e de forma independente do nosso.

³² Pontos favoráveis e desfavoráveis ao uso desse indicador são discutidos em EVENSON & KISLEV (9).

³³ O arroz e feijão apresentaram taxas negativas de crescimento dos rendimentos por, unidade de área em São Paulo durante 1948/76 sendo, a do arroz, significativamente diferente de zero (20). Por outro lado, os dados de rendimentos médios do Instituto de Economia Agrícola não mostram tendência ascendente, mesmo durante os anos setenta.

QUADRO 1. Distribuição por produto das publicações de pesquisas do Instituto Agrônomo de Campinas (revista Bragantia 1941/74)

Período	Café	Arroz	Feijão	Algo- dão	Man- dioca	Soja	Milho	Amen- doim	Cana	Bata- ta	Cebo- la	Total dos 11 produtos	Outros	Total
1941/44	9	2	-	3	6	-	1	1	1	1	1	25	33	58
1945/48	9	1	-	-	-	-	3	1	1	6	-	21	13	34
1949/52	41	2	-	1	2	2	6	2	2	17	-	75	26	101
1953/56	20	-	-	9	-	6	9	5	2	4	-	55	11	66
1957/60	30	-	5	16	2	4	11	12	12	12	2	106	38	144
1961/64	26	6	9	11	2	4	18	5	11	26	1	119	48	167
1965/68	8	5	32	12	11	6	7	3	11	10	2	107	51	158
1969/72	9	10	14	11	-	6	7	6	1	9	-	73	41	114
1973/74	3	2	8	3	-	4	3	4	1	1	1	30	22	52
Total	155	28	68	66	23	32	65	39	42	86	7	611	283	894

Fonte: Índices remissivos da revista Bragantia.

Em segundo lugar, não se deve esquecer da condição estimuladora mencionada por PASTORE; DIAS; CASTRO (33), isto é, a possibilidade de se operar uma transferência de tecnologia externa e seus efeitos em resultados de pesquisa. Um dos principais efeitos está ligado à redução de custos (e de tempo) para a realização de um determinado objetivo de pesquisa. Entre os produtos analisados por esses autores, menção de importação de conhecimentos é encontrada para algodão, milho, cana-de-açúcar e, talvez em menor grau, para café e arroz. Entre os nossos produtos, a importação de variedades americanas de soja já foi mencionada; também, o exame das publicações na revista **Bragantia** indicou que isso também ocorreu de modo significativo no caso da batata, principalmente com variedades européias.

Portanto, entre os onze produtos incluídos em nossa análise, diríamos que a importação de conhecimentos parece ter sido mais significativa para algodão, soja, milho, batata e cana-de-açúcar e não existindo, ou sendo bem menos significativa, para feijão, arroz, mandioca, amendoim, café e cebola. Para estes, então, o trabalho conduzindo a variedades mais produtivas teria que ser dependente do esforço doméstico de pesquisas. Com a intenção de analisar esse aspecto, as publicações por produto foram divididas em três grupos de assuntos³⁴:

- a) publicações nas áreas básicas e entendidas como podendo conduzir a desenvolvimentos significativos, principalmente em novas variedades; nesse grupo incluímos as publicações em Genética, Citologia, Fisiologia Vegetal, Morfologia, Anatomia Vegetal, Taxonomia, Melhoramento e Ontogênese;
- b) publicações nas áreas de Entomologia, Bacteriologia, Micologia, Moléstias e Pragas; SCHULTZ (38) considera este tipo de pesquisa como sendo de manutenção, no sentido de impedir quedas de rendimento por razões biológicas;
- c) publicações em aspectos diversos de práticas culturais e envolvendo apenas diferenciações regionais; nesse grupo incluímos publicações em Adubação, Calagem, Irrigação e Drenagem, Fertilidade de Solos, Análise Foliar, Nutrição Vegetal, Sementes, Pedologia, Práticas Culturais e Técnicas Diversas. A nossa expectativa é que os novos conhecimentos aqui obtidos sejam bem menos significativos que aqueles do grupo a), o de pesquisa básica.

Esta classificação deve ser entendida como tentativa e sujeita a revisões, principalmente no primeiro grupo, que talvez possa ser melhor subdividido; a nossa intenção, entretanto, foi, sabendo da possibilidade de diferentes interpretações, criar um grupo mais amplo, visando a ter melhores condições de observar diferenças entre culturas. Adicionalmente, postulou-se que uma concentração elevada das pesquisas e publicações no terceiro grupo não geraria conhecimentos conduzindo a elevações marcantes de rendimentos ao longo do tempo. Os quadros 2, 3 e 4 apresentam os resultados obtidos com a divisão nestes três grupos.

³⁴ A alocação das publicações entre os assuntos já é feita nos dois índices remissivos da revista **Bragantia**, fato que se constitui em grande vantagem para este trabalho. O critério pessoal do autor foi utilizado em pouquíssimas ocasiões.

QUADRO 2. Publicações por produto, por assunto: grupo a) – Genética, Citologia, Fisiologia Vegetal, Morfologia, Anatomia Vegetal, Taxonomia, Melhoramento e Ontogênese, 1941/74

Período	Café	Arroz	Feijão	Algodão	Man-dioca	Soja	Milho	Amen-doim	Cana	Batata	Cebola
1941/44	8	-	-	2	1	-	1	1	-	1	-
1945/48	8	1	-	-	-	-	2	1	-	3	-
1949/52	32	1	-	-	-	1	4	1	1	1	-
1953/56	17	-	-	1	-	1	-	2	1	-	-
1957/60	14	-	1	4	-	1	-	10	3	-	-
1961/64	16	2	4	2	2	-	2	4	4	2	-
1965/68	5	1	5	4	5	-	-	-	2	4	-
1969/72	3	3	3	5	-	1	-	2	-	-	-
1973/74	1	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-
Total	104	9	15	19	8	4	9	21	11	11	-

Fonte: Índices remissivos da revista *Bragantia*.

QUADRO 3. Publicações por produto, por assunto: grupo b) – Entomologia, Bacteriologia, Micologia, Moléstias e Pragas, 1941/74

Período	Café	Arroz	Feijão	Algodão	Man-dioca	Soja	Milho	Amen-doim	Cana	Batata	Cebola
1941/44	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
1945/48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1949/52	3	1	-	-	-	-	-	1	1	7	-
1953/56	-	-	-	5	-	2	-	1	-	2	-
1957/60	4	-	1	1	-	1	-	1	-	1	-
1961/64	-	-	2	3	-	-	-	-	-	3	-
1965/68	-	-	4	1	1	-	1	-	1	1	1
1969/72	1	1	2	1	-	-	2	-	-	5	-
1973/74	-	-	4	-	-	-	-	3	-	1	-
Total	8	2	13	11	5	3	3	6	2	20	1

Fonte: Índices remissivos da revista *Bragantia*.

QUADRO 4. Publicações por produto, por assunto: grupo c) – Adubação, Calagem, Irrigação e Drenagem, Fertilidade de Solos, Análise Foliar, Nutrição Vegetal, Sementes, Pedologia, Práticas Culturais e Técnicas Diversas, 1941/74

Período	Café	Arroz	Feijão	Algodão	Man- dioca	Soja	Milho	Amen- doim	Cana	Batata	Cebola
1941/44	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	1
1945/48	1	-	-	-	-	-	1	-	1	3	-
1949/52	2	-	-	1	1	-	-	-	-	6	-
1953/56	3	-	-	1	-	3	9	2	1	1	-
1957/60	7	-	-	10	2	2	11	1	8	11	2
1961/64	4	2	3	5	-	4	16	1	7	21	1
1965/68	1	4	23	7	4	5	6	3	7	5	1
1969/72	5	6	9	5	-	3	5	4	1	4	-
1973/74	1	1	2	2	-	4	3	1	1	-	1
Total	24	14	37	32	7	21	51	12	27	51	6

Fonte: Índices remissivos da revista *Bragantia*.

Através dessa divisão, torna-se possível examinar o caso do feijão em maior detalhe; esse produto tinha ocupado o terceiro lugar em número total de publicações, mas não apresentava nenhum sinal de melhoria em rendimentos por hectare, mesmo nos anos mais recentes. Além dos trabalhos com feijão terem se iniciado e se intensificado mais tarde que os demais, os números dos quadros a mostram que 55% das publicações desse produto estão no grupo c), aquele em que as pesquisas são mais simples e rotineiras; apenas 15 das 68 publicações de feijão estão no primeiro grupo, considerado o mais importante do ponto de vista da qualidade dos resultados. Entretanto, o café apresenta 67% das publicações na área mais básica, a), e apenas 15% no grupo c), o que constitui um contraste marcante em relação ao feijão. O amendoim, outro produto para o qual a importação de tecnologia parece não ter sido importante, também apresentou maior concentração de pesquisas no primeiro grupo, ainda que com um total relativamente pequeno. Para o arroz e a mandioca, o quadro é semelhante ao do feijão, com o agravante adicional de um pequeno total de publicações³⁴.

É também interessante observar que, para as culturas importando tecnologia, isto é, algodão, soja, milho, cana e batata, o período 1941/74 mostra relativamente poucos trabalhos no grupo de pesquisas básicas, potencialmente conduzindo a variedades melhoradas³⁵. Assim, a transferência de conhecimentos externos para essas culturas pode ter facilitado o desenvolvimento de variedades, no sentido de tornar desnecessário todo um trabalho básico, que existiu no caso do café de modo bastante claro.

Desde que os trabalhos de pesquisa do Instituto Agrônomo de Campinas são, em sua grande parte, conduzidos com recursos do governo paulista, a questão da distribuição entre produtos pode ser enfocada de um modo diferente. Assim, caberia uma questão do seguinte tipo: de que modo a distribuição das publicações se compara com a composição da produção agrícola paulista no período analisado? Para tentar responder a essa pergunta, compara-se, no quadro 5, a ordenação dos produtos pelo total de publicações (quadro 1) com aquela baseada no valor da produção para dois subperíodos, permitindo, em cada subperíodo, uma defasagem para que o segundo (isto é, a composição da produção) pudesse ter influência no primeiro³⁶. É claro que essa comparação também é tentativa, pois publicações e dispêndio em pesquisa, este último um melhor indicador de intenções, não devem estar correlacionados perfeitamente. Além do mais, uma relação de causa-efeito entre a composição da produção e os investimentos em pesquisa não deve existir em apenas uma direção, pois o primeiro pode afetar o segundo, mas os resultados da pesquisa também podem

³⁴ Volta-se a lembrar que, entre os produtos domésticos, o arroz e o feijão são consideravelmente mais impotentes que os demais, mandioca, batata e cebola. Basta fazer referência à relevância nutricional e orçamentária desses produtos. Esse ponto é relevante também porque SILVA; FONSECA; MARTIN (40, 41) indicam resultados de pesquisa para tomate e banana, que, entretanto, são bem menos importantes do ponto de vista nutricional e orçamentário.

³⁵ No caso da cebola, não se tem informações a respeito de transferência externa, além do que o número de trabalhos é muito pequeno para permitir maior detalhamento.

³⁶ BISWANGER (5) utiliza o termo inovação induzida incluindo a resposta da taxa e direção da mudança tecnológica às condições de demanda do produto e à escassez de fatores. No presente caso, está sendo utilizada a importância relativa do produto no estado como um fator influenciando a alocação de recursos de pesquisa, em função da sua relação com a magnitude dos retornos a serem obtidos.

afetar a composição da produção ao longo do tempo, pelo simples fato de que as magnitudes do Progresso tecnológico podem variar entre produtos.

O exame do quadro 5 permite verificar que o café, primeiro lugar destacado em valor, liderava o esforço de pesquisas, medido por publicações, também de modo marcante, no primeiro período (1949/64). Dos quatro produtos seguintes ao café, em valor, isto é, algodão, arroz, milho e cana, o caso do arroz realmente destoa dos demais, visto que, sendo o terceiro produto em valor, ocupou a nona posição em publicações. Por outro lado, a batata, produto intermediário na ordenação por valor, ocupou a segunda posição em publicações, enquanto que a soja, último colocado em valor, ocupou uma posição intermediária quanto a publicações; para os demais produtos, feijão, mandioca, amendoim e cebola, a concordância também é razoável³⁷.

QUADRO 5. Comparação entre a ordenação dos produtos por publicações e pelo valor médio da produção em São Paulo, em dois períodos

1º Período		2º Período	
Publicações (1949/64)	Valor da produção (1948/55)	Publicações (1965/74)	Valor da produção (1960/67)
Café (117)	Café (1.333)	Feijão (54)	Cana (622)
Batata (59)	Algodão (489)	Algodão (26)	Café (621)
Milho (44)	Arroz (314)	Café (20)	Milho (411)
Algodão (37)	Milho (253)	Batata (20)	Algodão (382)
Cana (27)	Cana (178)	Milho (17)	Arroz (357)
Amendoim (24)	Batata (118)	Arroz (17)	Amendoim (208)
Soja (16)	Feijão (65)	Soja (16)	Batata (145)
Feijão (14)	Amendoim (64)	Cana (13)	Feijão (108)
Arroz (8)	Mandioca (33)	Amendoim (13)	Mandioca (96)
Mandioca (6)	Cebola (16)	Mandioca (11)	Soja (44)
Cebola (3)	Soja (1)	Cebola (1)	Cebola (27)

Fontes: Quadro 1 e Instituto de Economia Agrícola, para as séries de valor da produção.

Nota: Os números entre parênteses correspondem às publicações e aos valores da produção em milhões de cruzeiros de 1969.

O segundo período do quadro 5 já mostra importantes alterações na composição da produção paulista em valor e uma menor concordância com a distribuição das pesquisas. Assim, são significativas as quedas em importância de café e algodão e os crescimentos de cana-de-açúcar, milho e amendoim. Em termos de resultados de pesquisa, observa-se de modo claro a diminuição das publicações de café, o que pode significar uma resposta à menor importância absoluta e relativa desse produto. Por outro lado, a maior importância de cana, milho e amendoim não se faz presente, em

³⁷ O coeficiente de correlação de postos para este primeiro período foi significativo ao nível de 5%.

termos de publicações de pesquisa³⁸. O destaque em número de publicações, nesse segundo período, é para feijão, o que não encontra explicação, em termos da importância do valor da produção; para o arroz, produto que se manteve razoavelmente importante em valor, observa-se um maior número de publicações³⁹.

É provável que esse segundo período (1965/74) esteja refletindo um tempo de transição para a pesquisa agrícola em São Paulo. Em primeiro lugar, desenvolvimentos tecnológicos anteriores e políticas governamentais diversas⁴⁰ podem ter contribuído para a mudança drástica verificada na composição da produção agrícola paulista, em um período de tempo relativamente curto e, mesmo, no esforço de pesquisa⁴¹. Em segundo lugar, o próprio quadro 1 mostra um declínio no total geral de publicações a partir do quadriênio 1965/68; por exemplo, o número total no quadriênio 1969/72 foi 32% menor que o número de publicações do quadriênio 1961/64, os anos mais produtivos. A possibilidade que imediatamente surge é a de um declínio no investimento paulista, nesse segundo período, dando origem a uma menor produção de conhecimentos, logo a seguir⁴². Nessas condições, os órgãos de pesquisa poderiam estar menos preparados, em termos de respostas às mudanças ocorrendo na composição da produção.

Algumas informações recentemente coletadas⁴³ permitem esclarecer alguns aspectos relacionados ao esforço de pesquisa em São Paulo; por exemplo, os dados de dispêndio total (gastos variáveis e de capital) do Instituto Agrônomo de Campinas mostraram diminuição, em termos reais, em vários anos da década de 60, após terem atingido um pico nos anos de 1961 a 1962. Apenas no final daquela década parece haver indicações de recuperação, inclusive com respeito aos gastos de capital. O declínio do número total de publicações de pesquisa do Instituto Agrônomo de Campinas, já verificado no quadriênio 1969/72, parece continuar nos dois anos seguintes (1973/74). Assim, a agricultura paulista parece estar contando com uma menor produção de conhecimentos, em comparação com os números da década de 60. Um fator compensatório, que pode ter amenizado essa situação, ainda que apenas nos últimos anos, é a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e a utilização de convênios com as instituições estaduais.

³⁸ Como notado a seguir, o PLANALSUCAR, com recursos federais, passou a realizar pesquisas com cana.

³⁹ O coeficiente de correlação de postos para esse segundo período não foi significativo.

⁴⁰ Inclusive aquelas relacionadas a café e cana-de-açúcar, através de seus órgãos respectivos.

⁴¹ Por exemplo, o Instituto do Açúcar e do Alcool passou a contar com o seu próprio programa de pesquisa com cana-de-açúcar.

⁴² A segunda metade da década de 60 e a primeira de 70 é um período conhecido como de agravamento do problema salarial de pesquisadores, por numerosas saídas de pesquisadores qualificados e, mesmo, por discussões quanto à organização institucional da pesquisa agrícola em São Paulo.

⁴³ Trabalho de tese de mestrado de Maria Aparecida Fonseca, a quem se agradece pelo fornecimento das informações mencionadas no texto. Uma parte desse trabalho está relatada em FONSECA (10).

3. PADRÃO DE CRESCIMENTO DOS RENDIMENTOS POR CULTURAS

Esta parte do trabalho examinará as taxas de crescimento dos rendimentos por unidade de área, para diferentes períodos de tempo, culturas e estados. As evidências acima apresentadas estão indicando que a geração de novas tecnologias no Brasil esteve mais concentrada nos estados das regiões Sul e Sudeste, principalmente São Paulo, e em algumas culturas. Entretanto, a nossa expectativa seria que, mesmo considerando-se a natureza específica das tecnologias do tipo biológico, os estados mais próximos àqueles em que essas tecnologias se originaram deveriam também ser beneficiados⁴⁴.

Apesar de se usar, a seguir, a taxa de crescimento dos rendimentos como uma indicação da ocorrência de progresso tecnológico (e sua adoção), vale mencionar que se está ciente de que essa evolução não é um perfeito indicador. Esse indicador é afetado por diversos fatores, tais como qualidade do solo, clima, tecnologia de produção, preço do produto e de fatores (EVENSON & KISLEV (9)). Em termos de taxa de crescimento, entretanto, parece razoável dizer que o desenvolvimento tecnológico é uma das variáveis mais importantes, incluindo-se os conhecimentos obtidos pela pesquisa agrônômica e incorporados ou não a variedades melhoradas. Assim, o quadro 6 mostra, para treze culturas e quatro períodos de dez anos, as taxas de crescimento para os estados produtores que as tiveram acima de 2% ao ano, assim como as taxas observadas para o Brasil. Olhando-se no quadro 6 a cada cultura, aos estados e períodos de tempo em que esse aumento de rendimentos ocorreu, pode-se constatar a situação verdadeira que se evidenciou.

QUADRO 6. Taxas de crescimento de rendimentos, por unidade de área, de treze produtos, para o Brasil e estados selecionados, em quatro décadas

Produto	1940/49	1950/59	1960/69	1967/76
Algodão	BR: -5,99	PR: 6,39	GO: 6,11	GO: 7,42
		SP: 4,91	BR: -1,69	PR: 2,54
		BR: (1) 1,07		SP: 2,68
				BR: (1) -1,24
Amedoim		MT: 5,79	PR: 5,35	SP: 2,55
		PR: 2,22	BR: (1) -1,64	BR: (1) 1,17
		SP: 3,93		
		BR: 3,35		
Arroz	BR: (1) -0,62	BR: (1) -0,42	BR: -1,58	PR: 5,59 BR: (1) -0,30
Café	MG: 5,48	ES: 3,17	BR: (1) 0,18	SP: 7,55
	PR: 4,74	SP: 2,22		BR: (1) 3,41
	BR: (1) 0,62	BR: (1) 1,23		
Cana	CE: 3,80	BR: 0,71	MG: 2,05	BR: 0,70
	SP: 5,70		BR: 0,90	
	BR: (1) -0,11			

⁴⁴ O caso específico da soja será novamente lembrado como exemplo, ao final desta seção.

QUADRO 6. (Conclusão)

Produto	1940/49	1950/59	1960/69	1967/76
Cebola		PE: 16,52	PR: 2,01	MG: 5,56
		BR: (1) 0,02	SC: 7,35	PE: 7,22
			BR: (1) 0,69	SC: 2,63
				SP: 7,59
				BR: 3,77
Feijão	SC: 3,26	BA: 4,61	BR: (1) -0,32	BR: -3,27
	SP: 5,92	BR: (1) -0,22		
	BR: 2,9			
Mandioca	RS: 7,77	BR: (1) 0,24	PE: 2,35	BR: -2,44
	SP: 9,21		SC: 3,88	
	BR: (1) 0,48		BR: 1,28	
Milho	MG: 3,19	BR: (1) -0,04	BR: (1) 0,42	GO: 2,42
	BR: (1) -0,29			MT: 2,44
				PR: 3,54
				SP: 2,21
				BR: 1,65
Laranja	MG: 2,09	SP: 2,26	BR: (1) 0,55	BR: (1) -0,01
	RJ: 10,94	BR: (1) 0,26		
	SP: 3,79			
	BR: 8,33			
Batata	SP: 4,62	SP: 3,68	MG: 3,20	MG: 3,02
	BR: -3,69	BR: 1,52	PR: 7,06	RS: 3,06
			SC: 9,93	SP: 5,69
			BR: 2,75	BR: 3,53
Soja		PR: 10,03	BR: (1) -0,21	PR: 6,52
		BR: (1) -1,82		RS: 5,51
				SP: 4,78
				BR: 6,16
Trigo	BR: (1) 1,76	BR: (1) -4,41	PR: 2,29	BR: (1) -0,33
			RS: 5,96	
			BR: 4,8	

Fonte: HOMEM DE MELO (21)

(1) Indica não significância do coeficiente

- **Algodão:** São Paulo e Paraná nos anos cinqüenta, alcançando Goiás nos anos sessenta e mantendo-se nesses três estados vizinhos durante 1967/76. Este parece ser um caso de transferência de tecnologia a partir de São Paulo, possibilidade fortalecida pela aptidão das variedades às condições desses estados, conforme indicado por AYER & SCHUH (3).
- **Amendoim:** São Paulo, Paraná e Mato Grosso nos anos cinqüenta, apenas Paraná nos anos sessenta e apenas São Paulo durante 1967/76. Os anos cinqüenta mostraram uma concentração de resultados de pesquisa em São Paulo, principalmente na área de pesquisas básicas (quadro 2).
- **Arroz:** Apenas Paraná durante 1967/76.

- **Café:** Minas Gerais e Paraná nos anos quarenta, São Paulo e Espírito Santo nos anos cinquenta e São Paulo durante 1967/75. A concentração da Pesquisa agrônômica de São Paulo, em café, é um fato bem conhecido e acima evidenciada, inclusive com o trabalho de FONSECA (10).
- **Cana-de-açúcar:** São Paulo e Ceará nos anos quarenta e Minas Gerais e Bahia nos anos sessenta. Para o caso de São Paulo, a evidência de desenvolvimentos tecnológicos foi dada por PASTORE; DIAS; CASTRO (33) e, de certo modo, confirmada acima. Adicionalmente, os dados de SILVA; FONSECA; MARTIN (40, 41) mostraram que cana-de-açúcar teve o maior número de publicações entre os produtos na década de 30.
- **Feijão:** São Paulo e Santa Catarina nos anos quarenta e Bahia nos anos cinquenta. As evidências disponíveis não permitem relacionar essas ocorrências a desenvolvimentos tecnológicos. Pelo contrário, PASTORE; DIAS; CASTRO (33) salientaram a realização de poucas pesquisas com esse produto. A maior parte dessas pesquisas foi de rotina e não na área de desenvolvimento de variedades (quadros 2, 3 e 4).
- **Mandioca:** São Paulo e Rio Grande do Sul nos anos quarenta, como também Pernambuco e Santa Catarina nos anos sessenta. Não existem evidências de desenvolvimentos tecnológicos nessa cultura, além de que os estados em questão são relativamente distantes, geograficamente.
- **Milho:** Minas Gerais nos anos quarenta. Depois, apenas durante 1967/76 há sinais de crescimento dos rendimentos em São Paulo, Goiás, Paraná e Mato Grosso. Em São Paulo, há concentração de resultados de pesquisa no final dos anos cinquenta e início dos sessenta, incluindo-se o desenvolvimento de novos híbridos (19). Como, a partir de então, outros híbridos foram desenvolvidos, é possível que o período 1967/76 esteja mostrando os primeiros sinais de progresso tecnológico, a nível de propriedades agrícolas, em vários estados.
- **Batata:** São Paulo nos anos quarenta e cinquenta, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina nos anos sessenta e, também, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo durante 1967/76. Este é o caso com maior número de estados produtores, próximos geograficamente e com as taxas de crescimento de rendimentos mais elevadas. Em São Paulo, há uma concentração de resultados de pesquisas no período do final dos anos quarenta ao final dos sessenta. Isso parece mostrar uma relação entre resultados de pesquisa e crescimento dos rendimentos no sul do Brasil, que, aliás, é uma região mais homogênea, em termos ecológicos.
- **Soja:** Paraná nos anos cinquenta e, posteriormente, apenas durante 1967/76, com um considerável crescimento de rendimentos em São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. O histórico das pesquisas dessa cultura, acima revisto, mostrou que o trabalho de desenvolvimento de novas variedades começou em 1939 em Campinas, com a importação de variedades americanas. A linhagem L-326 obtida em 1958 foi levada ao Rio Grande do Sul, onde, em 1963, depois de trabalhos adicionais, tornou-se conhecida como Santa Rosa e ficou disponível comercialmente (Fundação Cargill). Uma outra variedade, Hardee, de origem

americana, foi produzida em 1965 pelo Instituto Agronômico de Campinas. Assim, parece que esses desenvolvimentos tecnológicos afetaram positivamente os rendimentos por unidade de área da soja durante 1967/76, sendo, aparentemente, um primeiro impulso à expansão dessa cultura.

- **Trigo:** Paraná e Rio Grande do Sul nos anos sessenta. O relatório da comissão especial do governo federal, no início dos anos setenta, indicava essa cultura como tendo se beneficiado de significativos resultados de pesquisa durante os anos sessenta, e talvez mesmo antes, principalmente no Rio Grande do Sul.

Através da revisão acima feita, parece que o progresso tecnológico, refletindo-se em rendimentos mais elevados por unidade de área, ocorreu para algumas culturas e períodos de tempo: algodão, começando nos anos cinquenta; amendoim, durante os anos cinquenta; café, principalmente em São Paulo, durante os anos cinquenta e em 1967/76; cana-de-açúcar, nos anos quarenta; milho, durante 1967/76; batata, começando nos anos quarenta e até 1967/76; soja durante 1967/76, e trigo, nos anos sessenta. É interessante notar, com essa relação, que vários dos produtos beneficiados por desenvolvimentos tecnológicos são, atualmente, produtos exportados pelo Brasil. Nesse aspecto, apenas café e soja representam, pelo menos, 30% das exportações totais brasileiras. O primeiro tem sido, historicamente, o principal produto de nossa pauta, enquanto que o segundo passou a ocupar uma posição de proeminência apenas nos últimos dez anos.

Portanto, esses dois produtos representam bem o modo como o progresso tecnológico pode atuar: para o café, depois do processo de ocupação de terras novas, os conhecimentos gerados pela pesquisa agrônômica permitiram a realização de ganhos de produtividade e, como resultado, manter a posição competitiva do produto brasileiro, mesmo depois de se ter completado a ocupação de novas áreas e se iniciado um processo de taxaço das exportações. Por outro lado, o caso da soja é diferente, pois, até o início dos anos setenta, o Brasil exportava uma proporção extremamente pequena das exportações mundiais. Nesse caso, portanto, o progresso tecnológico contribuiu para que o Brasil ocupasse uma parcela maior do mercado internacional e propiciasse importantes ganhos de divisas para o país. Outros exemplos, em que desenvolvimentos tecnológicos permitiram a entrada ou continuação de produtos em nossa pauta de exportação, foram a cana-de-açúcar, o algodão, o amendoim e, mais recentemente, a laranja na forma de suco concentrado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ponto de partida para a discussão a respeito de disponibilidade de tecnologia agrícola foi uma análise dos aspectos teóricos envolvidos na geração de novos conhecimentos. Assim, pôde-se verificar que a atividade de pesquisa agrícola, em termos econômicos, apresenta algumas características próprias, tanto com relação à própria atividade, como com respeito ao seu produto final. No caso de alguns conhecimentos obtidos através da pesquisa agrícola, as condições necessárias à

existência de efeitos externos, isto é, interdependência e não compensação, estão presentes; como resultado, o sistema de mercado, sozinho, não teria condições de chegar a uma alocação de recursos que fosse socialmente eficiente. Daí fazer-se necessária a intervenção pelo setor público, através da condução da atividade de pesquisa agrícola por instituições oficiais, ou da introdução, quando possível, de incentivos a uma maior participação do setor privado. A solução mais comumente empregada em diversos países do mundo envolve uma participação pública relativamente maior nas áreas vegetal-biológica e animal-biológica, enquanto que nas áreas química e mecânica observa-se uma participação privada relativamente maior.

No Brasil, apesar dessa necessidade econômica de uma maior presença do setor público, o passado retrata um quadro de pequena participação de instituições federais na atividade de pesquisa agrícola; apenas o Estado de São Paulo, de modo mais significativo, foi capaz de atuar diretamente nessa área e desenvolver novos conhecimentos com aplicação na agricultura paulista e, mesmo, na de alguns outros estados, ao longo de um período de tempo relativamente longo. As informações já existentes sobre essa atuação, e aquelas aqui levantadas, mostram a realização de esforços significativos de pesquisa para café, algodão, cana-de-açúcar, soja, milho e batata, entre os produtos analisados; o primeiro envolveu todo um trabalho de pesquisa concentrado nas áreas básicas, visando ao desenvolvimento de variedades melhoradas, enquanto que os demais contaram, também, com uma importante contribuição dada pela importação de conhecimentos e variedades. Este fato parece ter se mostrado particularmente importante, em face da abreviação do tempo necessário ao aparecimento de resultados, visto que o trabalho nas áreas básicas, presente no caso do café, não se fazia necessário na mesma intensidade.

Essa alternativa, aberta aos pesquisadores em São Paulo, deve ter contribuído para a existência de um certo padrão nas publicações de pesquisa entre produtos. Em primeiro lugar, o número total de publicações em café é bem maior que o de qualquer outro produto incluído na análise; em segundo, as pesquisas com café foram claramente concentradas nas áreas básicas, não se observando esse comportamento para os produtos onde a importação de conhecimentos foi importante. Os demais produtos sem essa transferência, por outro lado, apresentaram um menor número de publicações, ou estiveram concentrados em estudos mais simplificados de práticas culturais; nesse caso estariam três dos produtos de mercado interno, arroz, mandioca e feijão. Fica, desse modo, caracterizado um esforço desigual de pesquisa entre produtos.

Ao mencionar-se essa desigualdade, entretanto, não se deve esquecer que as instituições paulistas de pesquisa agrícola sempre foram financiadas, na sua maior parte, com recursos do governo estadual; esse simples fato deve ter atuado, ao longo do tempo, no sentido de enfatizar as pesquisas de produtos relevantes à economia agrícola paulista. A esse respeito, quando se verificou a composição da produção em São Paulo, pôde-se constatar que, excetuando os casos de arroz, batata e soja, a distribuição das publicações por produto não era muito diferente daquele indicador.

Diferenças maiores foram observadas apenas no período mais recente, mas, provavelmente, refletindo fatores adicionais, inclusive a saída de pessoal qualificado e menor investimento no agregado.

Em um período em que o governo federal não participava intensamente do esforço de pesquisa, a menor ênfase dada por São Paulo às pesquisas de alguns produtos de mercado interno teve uma importância grande. Para arroz, mandioca e feijão, são pouquíssimos os estados em que a taxa de crescimento dos rendimentos por hectare é positiva, sendo que, para o feijão, todas as taxas para o Brasil são negativas. Por outro lado, a transferência de conhecimentos entre estados, a partir de São Paulo, parece ter existido, pelo menos, nos casos de algodão e soja. Este último produto, inclusive, mostra uma alteração no comportamento dos rendimentos por hectare nos últimos dez anos, nos dois grandes estados produtores, Paraná e Rio Grande do Sul, exatamente quando duas das principais variedades foram desenvolvidas.

Portanto, ainda que se tenha argumentado que a pesquisa agrícola em São Paulo tenha, em parte, respondido à composição da produção agrícola no estado, os próprios resultados desses esforços, de modo desigual entre produtos, aparecem como forças afetando a alocação de recursos na produção agrícola e a sua própria composição no estado e, provavelmente, nas regiões com maior semelhança ecológica. Assim, para alguns produtos, tais como café, cana-de-açúcar, algodão e soja, a pesquisa agrícola contribuiu, em termos de desenvolvimentos tecnológicos, de modo a viabilizar a sua introdução e permanência na pauta brasileira de exportações. Desse modo, uma das funções principais da agricultura, ao longo do processo de desenvolvimento econômico, foi sendo cumprida, mesmo na presença de algumas circunstâncias adversas introduzidas pela política econômica.

Por outro lado, a menor ênfase de São Paulo, com relação à pesquisa agrônoma para alguns produtos alimentares, assumiu maior importância em função da quase total omissão do governo federal para com esse tipo de investimento. Entre esses produtos, o caso mais grave parece ter sido o feijão, pois os preços ao produtor têm crescido a uma taxa média de quase 3% ao ano nos últimos trinta anos, fato que é extremamente prejudicial aos consumidores de modo geral e, em maior intensidade, aos consumidores das classes de menor renda.

5. LITERATURA CITADA

1. ALVES, E.L. G. & VIEIRA, J. L. T. Evolução do padrão alimentar da população da cidade de São Paulo. Seminário "A Economia da Tecnologia", São Paulo, FIPE, jun. 1978.
2. AKINO, M. & HAYAMI Y. Efficiency and equity in public research: rice breeding in Japan's economic development. *American Journal of Agricultural Economics*, 57(1):1-10, 1975.
3. AYER, H.W. & SCHUH, G. E. Social rates of return and other aspects of agricultural research: the case of cotton research in São Paulo, Brasil. *American Journal of Agricultural Economics*, 54 (4): 557-69, 1972.
4. BATOR, F. M. The anatomy of market failure. *The Quarterly Journal of Economics*, p. 351-79, Aug. 1958.

5. BISWANGER, H. P. Measuring the impact of economic factors on the direction of technical change. In: ARNDT, T. M.; DALRYMPLE, D. G.; RUTTAN, V. W. (eds.), Resource allocation and productivity. Minnesota University Press, p. 526-50, 1977.
6. EVENSON, R. E. Economic aspects of the organization of agricultural research. In: FISHEL, W. L. (ed.), Resource allocation in agricultural research. Minneapolis, University of Minnesota Press, p. 163-82, 1971.
7. _____. International diffusion of agrarian technology. The Journal of Economic History, 34 (1): 51-73, 1974.
8. _____. Consequences of the green revolution. Documento n.º 8. Seminário "A Economia da Pesquisa Agrícola". Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, 1975.
9. EVENSON, R. E. & KISLEV, Y. Research and productivity in wheat and maize. Journal of Political Economy, 81 (6): 1.309-29, 1973.
10. FONSECA, M. A. et alii. Retorno social aos investimentos em pesquisa na cultura de café. Revista de Economia Rural, 16 (4): 32-40, 1978.
11. FUNDAÇÃO CARGILL. A soja no Brasil-Central, 1977
12. GRILICHES, Z. Research costs and social returns: hybrid corn and related innovations. Journal of Political Economy, n. 66, p. 419-31, 1958.
13. _____. Demand for fertilizers: an economic interpretation of technical change. Journal of Farm Economics, 42 (2): 591-606, 1958.
14. _____. The sources of measured productivity growth: United States agriculture, 1940-1960, Journal of Political Economy, n. 71, p. 331-46, 1963.
15. _____. Research expenditures, education and the aggregate agricultural production function. American Economic Review, n. 54, p. 961-74, 1964.
16. GUTTMAN, J. M. Interest groups and the demand for agricultural research. Journal of Political Economy, n. 86, p. 467-84, 1978.
17. HAYAMI, Y. & RUTTAN V. W. Agricultural development: an international perspective. Baltimore, The Johns Hopkins Press, 1971.
18. HAYAMI, Y & YAMADA, S. Agricultural research organization in economic development: a review of the japanese experience. Documento n.º 1, Seminário "A Economia da Pesquisa Agrícola". Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, 1975.
19. HOMEM DE MELO, F. B. Produtividade da terra: os casos de milho e algodão no Estado de São Paulo. In: BARROS, J. R. Mendonça de & GRAHAM, D. H. (eds.). Estudos sobre a modernização da agricultura brasileira, Monografia n.º 9, IPE-USP, p. 57-106, 1977.
20. _____. Agricultura brasileira: incerteza e disponibilidade de tecnologia. Faculdade de Economia e Administração, USP, 1978. (Tese de Livre-docência).
21. _____. Políticas de desenvolvimento agrícola no Brasil, In: SAYAD, J. (org.). Resenhas de economia brasileira, Saraiva, p. 45-116, 1979.

22. _____. A agricultura nos anos 80: perspectivas e conflitos entre objetivos de política. FIPE, 1980. (Relatório de Pesquisa).
23. KISLEV, Y. A model of agricultural research. Documento n.º 4, Seminário "A Economia da Pesquisa Agrícola". Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, 1975.
24. KUZNETS, S. Innovations and adjustments in economic growth. The Swedish Journal of Economics, n. 74, p. 431-51, 1972.
25. MILLWARD, R. Public expenditures economics. Maidenhead, McGraw-Hill Publishing Company, 1971.
26. MISHAN, E. J. The postwar literature on externalities: an interpretative essay. Journal of Economic Literature, 9 (1): 1-28, 1971.
27. NATH, S. K. A reappraisal of welfare economics. London, Routledge and Kegan Paul, 1969.
28. NELSON, R. R. The simple economics of basic scientific research. Journal of Political Economy, n. 67, p. 297-306, 1959.
29. OATES, W. E. Fiscal federalism. New York, Harcourt Brace Jovanovic, Inc., 1972.
30. PAIVA, R. M. et alii. Setor agrícola do Brasil: comportamento econômico, problemas e possibilidades. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1973.
31. PASTORE, A. C. et alii. A inovação induzida e os limites à modernização na agricultura brasileira. Trabalho para Discussão Interna n.º 25. Instituto de Pesquisa Econômicas, 1974.
32. PASTORE, J. & ALVES, E. R. Uma nova abordagem para a pesquisa agrícola no Brasil. Documento n.º 10. Seminário "A Economia da Pesquisa Agrícola". Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, 1975.
33. PASTORE, G. L. S., DIAS; CASTRO, M. C. Condicionantes da produtividade da pesquisa agrícola no Brasil. Estudos Econômicos, 6 (3): 147-82, 1976.
34. PERRIN, R. & WINKELMAN, D. Impediments to technical progress on small vs. large farms. American Journal of Agricultural Economics, 58 (5): 888-94, 1976.
35. SAHOTA, G. Fertilizer in economic development: an econometric analysis. New York, F. A. Praeger Publishers, 1968.
36. SCHUH, G. E. & ALVES, E. R. O desenvolvimento da agricultura no Brasil. Rio de Janeiro, APEC, 1971.
37. SCHULTZ, T. W. Transforming traditional agriculture. New Haven; Yale University Press, 1964.
38. _____. The allocation of resources to research. In: FISHEL; W. L. (ed.), Resource allocation in agricultural research. University of Minnesota Press, p. 90-120. 1971.
39. SCOBIE, G. M. The demand for agricultural research: a colombian illustration. American Journal of Agricultural Economics, 61 (3): 540-45, 1979.

40. SILVA, G. L. S.; FONSECA, M. A.; MARTIN, N. B. Os rumos da pesquisa agrícola e o problema da produção de alimentos: algumas evidências no caso de São Paulo. São Paulo, Instituto de Economia Agrícola, 1979.
41. _____; _____; _____. Investimento na geração de tecnologia agrícola no Brasil. São Paulo, 1979. (Mimeo.).
42. SINGER, N. M. Public microeconomics. Boston, Cittle, Brown and Company, 1972.
43. SOLOW, R. M. Technical change and the aggregate production function. Review of Economic and Statistic, n. 39, p. 312-20, 1957.